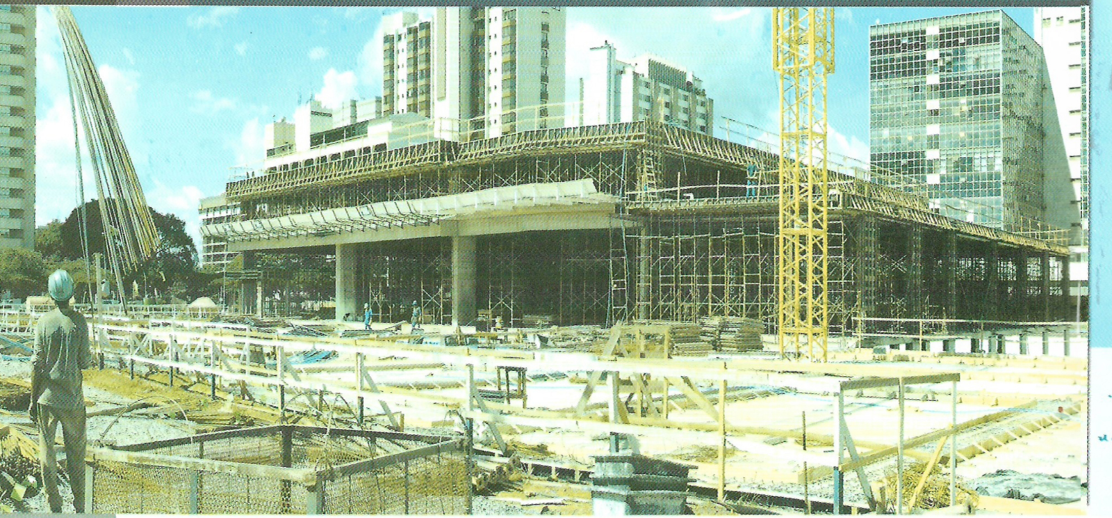
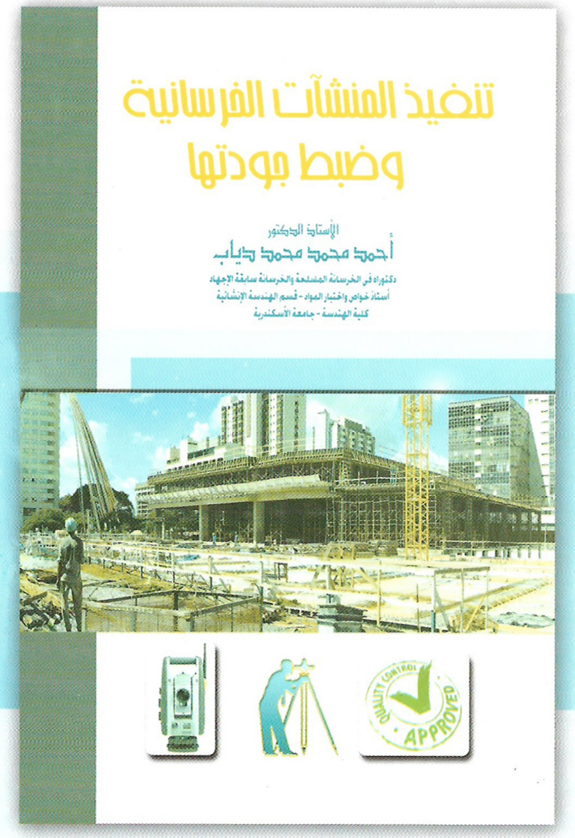
تنفيذ المنشآت الخرسانية
وضبط جودتها

الأستاذ الدكتور
أحمد محمد محمد دياب
دكتوراه فى الخرسانة المسلحة والخرسانة سابقة الإجهاد
أستاذ خواص واختبار المواد - قسم الهندسة الإنشائية
كلية الهندسة - جامعة الإسكندرية





تنفيذ المنشآت الخرسانية وضبط جودتها
أ.د/ أحمد محمد محمد دياب



الحضري للطباعة

الفهرست

الباب الأول

مقدمة عن الجوده INTRODUCTION TO QUALITY

1 - مقدمة:

1-1 تعريف:

عندما نتناول كلمة جوده (Quality) فإننا نعنى أننا سنتناول منشأ أو مشروع ذو جودة جيده، يتحقق فية احتياجات واشتراطات المالك على أن يتحقق هذا من خلال تكلفه معقوله .
ان التحكم فى الجوده يمثل اسلوب شبيه بالقناطر، التى تتحكم فى الماء ولذلك يعتبر كـ Regulator process وهذا الإسلوب يقوم بالتحكم فى الأنشطه التى تؤثر على جودة المنشأ.
ان التحكم الإحصائى فى الجوده يعتبر فرع مهم من أفرع ضبط الجوده، وهى تتلخص فى اسلوب لجمع وتحليل وتوقع النتائج لحل مشكله معينة .

وحيث أن التحكم أصبح مهم جداً للمنشآت فإنه من المطلوب تقييم دوال التحكم المختلفه بواسطة نظام معين ويمثل تأكيد الجودة Quality assurance النظام أو الفرع الذى يختص بتقييم دوال ضبط الجوده .

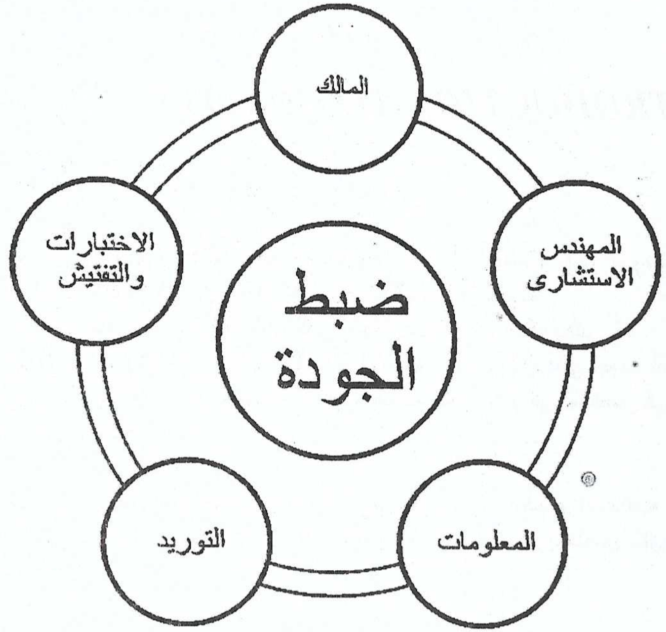
1 - 2 نظره تاريخيه:

ان تاريخ التحكم فى الجوده يعود الى تاريخ التشييد والحضاره نفسها، وتختلف كيفيتة وصورتة طبقاً لمراحل التطور التاريخى ، فمما لاشك فية أن تشييد الهرم بصورتة وفتحاته وخدماته قد سبقه وعاصره نظام لضبط الجوده ، وعموماً فإن ضبط الجوده قديماً كان يرجع لعاملى التدريب والخبره
ومع ظهور الثوره الصناعية فى أوربا أصبح المنتج أكثر تعقيداً وبذلك أصبح لزاما وجود نظام للتفتيش على المنتج وبالنسبه للمنشآت أصبح المنشأ يتكون من عدة أنشطة متداخلة وكثيره فعندما نقوم بإنشاء محطة كهرباء أو مصنع للسماد سنجد أن المشروع أصبح معقد وبه أنشطة مدنية وميكانيكة وكهربيه ، وقد تصل الأنشطه لما يقرب من المليون نشاط ولذلك وجب وجود نظام لضبط الجوده .

بعد الحرب العالمية بدأ وضع الأسس العلمية لهذا النظام وفى الفتره بين 1950 - 1960 شمل التطور فى ضبط الجوده التحكم فى تكلفة المنشأ والطمأنينه للمنشأ (Reliability) وتأكيد الجودة،
وأدى ظهور الصواريخ العابره للقارات والمنطلقه للفضاء الى الحاجه لدقه عالية جداً وجوده عالية جداً مما دفع المهندسين والباحثين لإستنباط دوال جديده للتحكم وهذا ما إستفاد منه المهندسون المدنيون فى مشاريعهم .

1-1 مسئولية القسم (التحكم) (Departments Responsible):

ان التحكم فى الجوده ليست مسئوليه أشخاص معينة فقط فى مجال التشييد وانما . تعتبر مسئولية العمال والمهندسين بقطاعاتهم المختلفه . ان مسئولية التحكم تعول (مفوضه delegated) الى الأقسام المختلفه ويمكن ارجاع الأقسام التى تعنى بالتحكم للأقسام المبينه بشكل رقم (1-1).



تأكيد الجوده
شكل (1-1) الأقسام المسئولة عن ضبط الجودة

1-3-1 المعلومات (Information):

يقوم قسم المعلومات بالشركة المالكه أو عند الإستشارى أو كليهما أو بالإستعانه بمكاتب خاصة لذلك، بجمع كل المعلومات الخاصه بالمشروعات الشبيهه بالمنشأ الذى نريد تشييده، وعمل دراسة جدوى كامله للمشروع من الجهه الهندسية والإقتصادية، ثم يقومون بتقديم اشتراطات ومواصفات وطريقة تشييد المشروع الإقتصاديه وعند غياب المعلومات يجب جمعها بأية طريقه أخرى كما يلى:

1 - تجميع معلومات وخبرات الشركة .
2 - زيارة مواقع قائمة .
3 - دراسة المتغيرات الحديثة واحتياجات السوق .
4 - تعيين خبراء جدد فى هذا المجال أو التعاقد معهم لإجراء هذا المشروع .

1 – 3 – 2 المهندس الإستشارى:

يقوم المهندس الإستشارى بترجمة احتياجات المالك الى مواصفات ومواد معينة، ثم يقوم بوضع التصميمات التى تحقق اشتراطات ومواصفات المالك بأقل تكلفه . ويجب أن تختار المواد بناء على مواصفات موضوعه تحقق خواص ميكانيكية وتحمليه معقولة، ويجب أن يكون اسلوب قبول تلك المواد واضعاً فى اعتباره طريقة التنفيذ والمعدات الجديده والحدود المسموح بها مع الإهتمام بتفصيلات التصميم والتنفيذ .

1 – 3 – 3 التوريد (من الشراء) والتنفيذ (Purchasing and construction):

يقوم المورد بتوريد المواد والخامات وبعض وحدات التشييد مثل الشبابيك والأبواب وغيرها من المواد أو الأجهزه ، ومن هنا فإن عملية ضبط الجوده يجب أن تولى اهتمام بضبط الجوده من خلالهم ,وينقسم البائعون (الموردون Vendors) الى :

1- موردين بالجمله (Multiple Vendors) :

وهؤلاء يكون انتاجهم كبير ، ولهم أماكن تخزين ومحاجر ومصانع ويجب على المسئولين زيارتها والتأكد من ضبط الجوده خلال خطوط الإنتاج ، وان كانت مراحل ضبط الجوده غائبه فعلينا تعويض ذلك بطلب الإهتمام بضبط الجوده فى أماكن الإنتاج والإهتمام بالتفتيش والإختبار عند توريد المواد والوحدات .

2 - الموردين القطاعى (Single Vendors):

الذين يقومون بتوريد كميات صغيره ومحدوده ويمكن فى حالة الإستعانة بهم الإهتمام جداً بعملية التحكم . ويجب ضمان عمليات التوريد عن طريق عمل تحكم فى مصنع أو محجر المورد وكذلك عند حضور المواد الموردة للموقع ، وعلى المقاول أن يجهز نظام للتحكم وأن يبلغ عمالته ومهندسيه بهذا النظام لكى يتم التحكم فى ضبط الجوده .

1 – 3 – 4 الإختبارات والتفتيش:

تقوم الإختبارات والتفتيش بدور هام جداً فى مسألة ضبط الجودة ويجب الإعتماد على أجهزة دقيقه ومعايره وأشخاص أكفاء متدربون.

1 – 3 – 5 ضبط الجوده (Quality Control):

ان قسم ضبط الجوده ليس له مسئولية مباشرة فقط بالتحكم ولكن عليه أن يقيم ويساعد جميع الأقسام الأخرى كذلك ، والهدف الرئيسي يتمثل فى تحسين جودة المنشأ بالتعاون مع الأقسام المختصه .

1 – 3 – 6 تأكيد الجوده (Quality Assurance):

ان ذلك النظام هو نظام لتحقيق (Attaining) الجوده المطلوبه وهو يقوم على الحقيقه الهامة ان الجوده هى مسئولية جميع الأطراف ويجب تجميع جميع المتغيرات والأساليب فى نظام كامل لتأكيد الجوده وسنتناول ذلك بالتفصيل فى باقى الأبواب.

1 - 4 أسس ضبط الجودة طبقاً للكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية:

يشمل هذا الجزء على الأسس التى أشار اليها الكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية ولكن بعد تلخيصها وإضافة أسس أخرى اليها .

1 - 4 - 1 تأكيد الجودة (Quality Assurance):

يعتبر تأكيد الجودة أداة إدارة ، حيث يتم تجهيز برنامج يحتوى على مراحل ضبط الجودة المختلفة ، من بداية فكرة المشروع ودراسات الجدوى وتصميم المنشأ والتخطيط للتنفيذ والتنفيذ وتسليم المشروع والإستعمال ويتم عمل برمجة لكل نشاط فى المشروع يحتوى على تأكيد الجودة على خطة موضوعة بواسطة المالك بالإستعانة بالإستشارى وهذه الخطة تحتوى على السياسيات وأهداف الجودة ومسئوليات كل المتعاملين مع المنشأ وكيفية تجميع معلومات ضبط الجودة وتوصيلها وتفريغها فى نظام تأكيد الجودة والذى يسمى برنامج تأكيد الجودة وهو مستند يصف السياسات والممارسات وطرق العمل التى تتفق مع متطلبات الجودة ومستندات التعاقد ويتم تفريغ ملخص نتائج ضبط الجودة فى هذا المستند بحيث يسهل على أى فرد التأكد من ضبط وتطبيق جودة كل نشاط .

1 - 4 - 2 ضبط الجودة : Quality Control

وهو عبارة عن آلة إنتاج أى أنها مجموعة الخطط والإجراءات والوسائل التى تحدد طرق إستلام نشاط من الأنشطة مستنداً فى ذلك لقياس الخواص الفيزيائية أو الميكانيكية أو الكيميائية للمواد الداخلة فى المشروع وقياس دقة الأعمال والتفاوتات التى يمكن الحكم بها على عنصر من عناصر المنشأ وينقسم ضبط الجودة الى :

1 - 4 - 2 - 1 ضبط الجودة الداخلى :

حيث يتم أخذ عينات لإختبارها من أنشطة المبنى المختلفة وعمل القياسات والتجارب لكل عنصر من عناصر المبنى ومقارنتها بالمواصفات القياسية ومواصفات المشروع ويتم ذلك بجهاز ضبط الجودة القائم فى المنشأ بالإستعانة بمهندسى ضبط الجودة المتخصصين ، ويعاونهم أخصائيون ومشرفون مؤهلون لتلك الأعمال ويمكن الإستعانة بخبرات ليست متوفرة من خارج الشركه ويقوم بهذه الأعمال أشخاص يطلق عليهم القائمين بالتفتيش وهم أشخاص مؤهلين للتفتيش وليسوا جهاز إشراف ويقوم المفتشون بوضع وتجهيز برنامج للتأكد من أن المواد والمنشأ الخرسانى يحقق الشروط المنصوص عليها بمستندات التعاقد .

1 - 4 - 2 - 2 ضبط الجودة الخارجى :

ويتم ذلك بجهاز خارجى ليس له صلة بأجهزة ضبط الجودة الداخلية ويقوم ضبط الجودة الخارجى بعمل مراجعة للتصميم وعمل فحوصات واختبارات خاصة وزيارات دورية وتقديمها للمالك فى صورة تقارير لكى يتم مقارنتها بخطوات ضبط الجودة الداخلية والقائمين على هذه الأعمال يطلق عليهم المفتشون الخارجيون ولايتبعون المقاول أو المفتشين الداخليين وهؤلاء المفتشون الخارجيون يجب أن يتميزوا بالخبرة العالية والحيده .

1 - 4 - 3 معمل إختبار الموقع :

يتم تجهيز معمل إختبار فى الموقع ليتم إجراء الإختبارات الشائعة فى الموقع أما الإختبارات الخاصة الدقيقة فيتم إجراؤها فى معامل متخصصة أخرى . ويقوم الإستشارى بتحديد حجم ومستوى المعمل ويعتمد ذلك على نوع المشروع وحجمة .

1 - 4 - 4 مراحل ضبط الجودة :

تشمل جودة المنشأ مراحلة المختلفة كما يلى :

1 - 4 - 5 - 1 مراجعة التصميمات والمواصفات :

يجب أن يتم مراجعة التصميمات جميعها وعمل ملاحظات بالأخطاء والإستفسارات والتضارب الحادث بين اللوح المعمارية والإنشائية واللوحات الأخرى . وكذلك ملائمة المواصفات الموضوعة لمتطلبات المالك والكودات .

ويتم مناقشة المالك والإستشارى فى تلك الملاحظات .

1 - 4 - 5 - 2 المواد والتفتيش الفنى عليها :

أ - التفتيش الفنى لمعمل الإختبارات بالموقع :

حيث يتم مراجعة الماكينات والقدرات البشرية ونوعية التجارب المطلوبة .

ب - إعتماد المواد (التفتيش الأولى) .

إعتماد مصادر المواد : يجب أن يقوم المقاول بتقديم عينات قياسية لجميع مواد المشروع بحيث يقدم عينات مواد كل نشاط لكى يتم إختبارها وإعتمادها من جهة المصدر بصفة إبتدائية .

ج - التفتيش الدورى على المواد :

يقوم المقاول بتوريد المواد للموقع ويجب على مسئولى ضبط الجودة عمل برامج بكيفية إختبار تلك المواد دورياً بمعدلات واردة فى المواصفات القياسية أو الكودات أو إشتراطات مواصفات العملية وتجرى هذه الإختبارات دون إشعار مسبق بها للمقاول .

ويحقق هذا التفتيش التأكد من خواص المواد على مدار فترة التنفيذ .

د - التفتيش خارج الموقع :

فى المشروعات الكبيرة يجب زيارة مصانع إنتاج المواد والتفتيش على تلك المواد فى مواقع إنتاجها مع الإحتفاظ بالحق فى التفتيش داخل الموقع .

هـ - الإختبارات الإضافية :

يمكن للمفتش اللجوء لإختبارات إضافية فى حالة :

- عدم مطابقة المواد لحدود المواصفات .
- توقف العمل لفترة وإعادتة .
- تخزين المادة لفترة فى الموقع .
- فى حالة طلب أحد الأطراف إعتماد المواد ورفضها .

ويتم قبول المواد طبقاً للإختبارات التى تجرى عليها .

ويمكن لبعض المواد التى تنتج من موردين ذوى خبرة وذو معامل متقدمة أن تقبل المواد على أساس شهادة المنتج التى يجب إحتوائها على إختبارات حديثة مجراة على تلك المواد ويحق للمالك أو الإستشارى طلب إجراء إختبارات عليها على نفقة الجهة الموردة . وترفض المواد فى حالة فشل التجارب فى إثبات توافق هذه المواد لحدود المواصفات القياسية أو مواصفات المشروع ويجب إستبعادها من الموقع .

ويجب أخذ العينات بالطريقة والكمية والكيفية التى تحددها المواصفة القياسية لتلك المادة سواء من الموقع أو من المخازن وتوضع فى أوعية تؤمن وصولها للمعمل بدون حدوث تلف بها أو تغير فى خواصها ويجب كتابة جميع معلومات العينة عليها من جهة تاريخ أخذ العينة ومكان أخذها وعلامتها والإختبارات المطلوبة عليها وتوقيعات الجهات المختلفة .

1 - 4 - 5 - 3 التفتيش الفنى لمراحل التشييد المختلفة :

بجوار إختبارات ضبط الجودة على مواد النشاط يقوم المفتش بعمل قياسات ومناسيب وتفاوتات ومواصفات كل نشاط ويتم مقارنتها بحدود المواصفات الموضوعة ويتم ذلك أثناء التنفيذ وبعد التنفيذ

1 - 4 - 5 - 4 التفتيش الفنى قبل الإستلام :

يقوم المفتشون بعمل زيارات مكثفة للموقع ومراجعة جميع الأنشطة على الطبيعة والحكم على جودتها ومراجعة مستندات الجودة لكل نشاط .

1 - 4 - 6 الإطلاع على مستندات ضبط الجودة :

من مستندات ضبط الجودة مستند عام يشمل جميع الأنشطة وموقع فية النتائج النهائية لضبط جودة الأنشطة حيث يشمل ملخص لقيم ضبط الجودة ومدى مطابقاتها للمواصفات الموضوعية .

الباب الثانى

FUDAMENTALS OF STATISICS
أساسيات الإحصاء

2 – 1 مقدمه وتعريف :

- ان علم الإحصاء يلعب دوراً هاماً فى خدمة البشرية فعن طريقة يمكن متابعة جميع شئون الحياه والحكم على مدى تقدم أى فرع من فروعه واستنباط المعوقات التى تعترض هذا الفرع والعوامل المؤثره عليه وكذلك توقع النتائج المستقبليه وعموماً فإن كلمة الإحصاء تعنى تجميع المعلومات الكمية لأى مشروع أو شأن من شئون الحياه مثل متابعة مقاومة الخرسانة أو مرور السيارات خلال أيام السنه من منطقة معينة أو المقنن المائى اليومى خلال السنه لنهر النيل ولإستخدام علم الإحصاء فى ضبط الجوده يقوم المفتش بتجميع المعلومات يدوياً أو عن طريق الحاسب الآلى حيث يتم تجميع المعلومات وجدولتها ثم تحليلها ثم عمل الإخراج اللازم لإظهار النتائج الكميه التى تساعد فى اتخاذ القرار السليم . وعلى هذا يستعرض هذا الباب أسس الطرق الإحصائيه التى سوف تستخدم فى ضبط الجوده

2 - 2 تقسيم الأساليب الإحصائية :

تقسم الأساليب الإحصائية الى ثلاث أقسام رئيسية يمكن إستخدام إحداهما أو أكثر من إسلوب فى المشروع الواحد .

1 - الإحصاء الوصفى Descriptive Statics .

وهو يختص بوصف خصائص البيانات المستخدمة فى البحث الإحصائى والإحصاء الوصفى يقوم بتوضيح كيفية توزيع البيانات الخاصة بظاهرة معينة وهل تتمركز حول قيمة معينة أم تبعد عنها وهل هناك علاقة بين ظاهرة وظاهرة أخرى .

2 - الإستدلال الإحصائى Statistical Inference .

وهو يختص بإستخلاص نتائج عامة من بعض المشاهدات ويتم ذلك عن طريق إسلوب المعاينة الإحصائية Statistical Sampling ويفيد هذا الإسلوب فى المشاريع الكبيره والذى يشمل عدة مفردات ويطلق علية إحصائياً بالمجتمع (Universe) وللتعرف عليها نقوم بدراسة المعلومات عن طريق عينة Sample مأخوذه من المجتمع . وكلما نجح المهندس فى جعل العينة ممثلة للمجتمع يحصل على نتائج جيده .

3 - التنبؤ الإستدلالى .

ويقصد بة إستخدام المعلومات المسجلة للمشروعات السابقة للإستدلال بما سيحدث فى المستقبل .

2 - 3 المراحل الأساسية فى البحث الإحصائى .

توجد عدة طرق لتقسيم المراحل الأساسية لأى بحث إحصائى وعامة يمكن تلخيص تلك المراحل فى الخطوات التالية .

1 - تحديد المشكلة موضوع البحث .

2 - جمع البيانات الخاصة بها .
3 - القيام بأبحاث ميدانية إذا إستلزم الأمر ذلك .
4 - تصنيف البيانات .
5 - عرض البيانات .
6 - تحليل البيانات إحصائياً .

2 - 4 تجميع المعلومات Collection Of Data .

سنتناول فى هذا الجزء مصادر المعلومات وأساليب وجمع البيانات وأنواع العينات ونقاط أخرى .

1 - مصادر المعلومات :

لشركة ما من شركات التشييد يمكن تقسيم المعلومات الى : معلومات داخلية تشمل معلومات تجمعت لدى الشركة من تنفيذ مشروعات سابقة قامت بها ومعلومات خارجية تحصل عليها من الإستشارى أو من مقاولى الباطن أو من الموردين أو من شركات قامت بتنفيذ مشاريع شبيهه أو من معلومات منشوره من جهات رسمية مثل إتحاد المقاولين .

2 - أساليب جمع البيانات :

يستخدم أسلوبين فى جمع البيانات هما إسلوب الحصر الشامل وإسلوب العينة وإسلوب الحصر الشامل يستخدم للحكم على مجتمع المشروع ككل أو دالة معينة مثل الحكم على جميع خرسانات مشروع معين وإسلوب العينة يستخدم للحكم السريع على المشروع وتوقع جودة المشروع ككل من جودة عينه عشوائية .

3 - أنواع العينات :

تعتمد أنواع العينات على الهدف من المعلومات المطلوبة للمشروع ؛ هل الهدف عمل دراسة الجدوى وهل الهدف هو ضبط جودة المشروع أم الهدف الحكم على صلاحية خامه من خامات المشروع أم الهدف الحكم على صلاحية عضو من الأعضاء وسنتناول فى مايلى : أنواع العينات المختلفة .

1 - العينة العشوائية البسيطة Simple Random Samples .

اذا كانت الوحدات التى يتم الحكم عليها عينات متجانسة يتم إختيار إسلوب العينة العشوائية البسيطة ويمكن إستخدام الحاسب الآلى فى تحديد هذه العينات .

2 - العينة الطبقية Stratified Sample .

وتستخدم هذه العيينة عندما يكون موضوع الدراسة غير متجانس فإذا كان المطلوب دراسة 100 عينة من ركام وكان الركام يتكون من 1000 متر مكعب مقاسة 1.5 بوصة و200 متر مكعب من ركام مقاسة 0.5 بوصة فإنه يجب أخذ (1200/10000) 100 = 83 عينة من الركام 1.5 بوصة وأخذ (1200/200)100 = 17عينة من الركام 0.5 بوصة .

3 - عينات أخرى .

وتوجد طرق أخرى لأخذ العينات مثل العينة المنتظمة حيث يقسم المشروع الى فترات متساوية والعينة متعددة المراحل حيث يتم إستخدام هذا النوع عندما يكون وحدات البناء مثل الطوب (نريد ضبط جودتة) عددها كبير جداً .

2 - 5 طرق جمع البيانات الإحصائية .

كثيراً ما يحتاج الباحث فى ضبط الجوده أو المسئول عن ضبط الجوده الى جمع بيانات تعيين المهندس على كيفية التحكم على جودة نشاط من الأنشطة ليس لدية معلومات كافية عنه ولذلك فهو يقوم بأحد الإجرائين التاليين :

(1) زيارة مواقع متعدده سواء محلية أو عالمية لجمع معلومات من مشاهدة تلك الأنشطة
(2) تصميم إستمارة إستبيان (Questioner) ومن المهم أن يكون واضع إستمارة الإستبيان ملم بجوانب النشاط والعوامل المؤثره علية ويمكنه الإستعانة ببعض الخبراء لتحديد بعض الأسئلة وتوضع صحيفة الإستيقصاء على هيئة أسئلة مع وضع إختيارات متعددة ويتم توزيع الأسئلة على مجموعة من المقاولين والمهندسين التنفيذيين وعلى مجموعة من الإستشاريين الذين لهم خبرات فى هذه النشاط ويمكن ذكر أسس وخصائص الإستبيان كما يلى :

1 - يجب أن تكون صحيفة الإستبيان وافية ومختصره قدر الإمكان حتى يتشجع الخبراء فى الإجابة عليها نظراً لأنهم أشخاص وقتهم محدود .
2 - يجب أن تكون الأسئلة واضحة وخالية من الغموض .
3 - يجب أن يكون الشخص أو الخبير الذى يتم سؤالة مؤهل للإجابة .
4 - وجود جزء من الإستبيان بدون أسئلة لإعطاء الخبراء فرصة لإضافة آية معلومات أخرى لم يشملها الإستبيان .

مثال :

فى مايلى إستبيان عن ضبط جودة أعمال السيراميك :

1 - إسم الخبير .
2 - السن .
3 - محل الميلاد .
4 - الوظيفة .
5 - الخبرات .
6 - بعض المشروعات التى قام بها .
7 - كيفية إستلام إنتظام لون بلاطة السيراميك .
8 - ماقيمة السماح فى أبعاد البلاطة .

الدرجة	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	مرفوض
السماح مم					

9 - ماقيمة السماح فى استواء البلاطة .

الدرجة	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	مرفوض
السماح مم					

10 - مكونات المونه المثالية .
11 - الوقت المسموح بة للسير على البلاط الملصوق بعد اللصق .

6 ساعات	12 ساعة	24 ساعة	2 يوم	3 يوم	أخرى

12 - الحكم على إستواء البلاط الملصوق فى غرفة عرضها (ل) .

أ - قياس عدم الإستواء كل مسافه X فى الإتجاهين .

المسافة X	ل/4	ل/8	ل/16	أخرى
الإختلاف بالمم				

ب - الإستواء فى الإتجاه القطرى :

بفرض قطر الغرفة (ل1) فتكون المسافة X على القطر .

المسافة X	ل/2	ل/3	ل/4	ل/8	أخرى
الإختلاف بالمم					

13 - مكونات السقية بالأسمنت الأبيض :
نسبة الماء إلى محتوى الأسمنت الأبيض (W/C) .

W/C	1	0.8	0.6	0.4	أخرى
الإختيار					

14 - بنود أخرى يضيفها الخبير .

2 - 6 أنواع المعلومات Types Of Data .

إن المعلومات التى تستخدم للحكم على جودة المنشآت تنقسم الى نوعين هما المتغير Variable والصفه Attributes والمتغير يشمل الخصائص التى يمكن الحكم عليها رقمياً مثل وزن الطوب أو مقاومة ضغط الخرسانة ونحتاج أن تعبر عنها بطريقه رقمية تحدد درجة الجوده أو درجة السوء . والصفه تشمل الخصائص التى يمكن التعبير عنها أنها مقبوله أو غير مقبوله مثل تجانس لون دهان غرفة من الغرف فسوف نقول هذا مقبول وهذا غير متجانس وعموماً هى تشمل الأنشطة التى نقول عليها بعد فحصها بالنظر جيده أم لا .

2 - 7 تبويب البيانات :

2 - 7 - 1 مقدمة :

بعد جمع المعلومات يلاحظ أنها ستكون غير مرتبة وغير منتظمة لذلك يجب فرز هذه المعلومات (Coding) وتبويبها (Tabulating) وإذا كانت المعلومات قليلة فيمكن تبويبها يدوياً أم إذا كانت كثيره فيفضل إستخدام الحاسب الآلى .

2 - 7 - 2 تبويب البيانات :

يتم تبويب البيانات بوصف المعلومات ثم جدولتها .

1 - وصف البيانات :

يتم تجميع المعلومات فى جدول واحد وكمثال شركة بها عدة أقسام ونريد أن نتعرف على توزيع الموظفين داخل الأقسام المختلفة .يتم تجميع البيانات كما فى جدول (2-1) .

جدول (2-1) يحتوى على عدد الموظفين الموجودين فى أقسام مختلفة .

14	13	12	12	*13
12	10	14	11	12
11	9	10	10	9
14	12	13	10	11
11	12	12	10	13
13	11	14	10	13
11	13	12	11	12
12	11	13	10	11
9	11	12	11	11

* الرقم 13 يعنى أن أحد الأقسام به 13 موظف . من الواضح أن الشركة بها 45 قسم .

2 - تبويب المعلومات :

المعلومات السابقة يتم تجميعها وتبويبها كما فى جدول (2-2) والتى يطلق عليها نظام المعلومات الصفى (Raw Data Organization) .

جدول (2-2) تفريغ لعدد العمال فى القسم .

عدد العمال	العلامات Tabulation	التردد Frequency (قسم)
9	111	3
10	111/1 11	7
11	11/11 11/11 11	12
12	11/11 11/11 1	11
13	11/11 1111	9
14	111	3

أصبح الآن سهل التعرف على توزيع الموظفين على الـ 45 قسم فيلاحظ أن :

- يوجد 11 عامل فى أكبر عدد من الأقسام وهو 12 قسم ويوجد أقل عدد (9 عامل) فى 4 أقسام فقط وتم إنشاء هذا الجدول كما يلى :
- العمود الأول يحتوى عدد العماله الموجوده فى القسم وتم وضعها بترتيب تصاعدى .
- العمود الثانى ويشمل عملية تكرار عدد المستخدمين ويستخدم نظام الحزم الشرطيه (Tally marks) ونبدأ أولاً بالعدد المتكرر بنسبة أعلى أى 12 ، 11 ، 13 .
- العمود الثالث هو العدد الرقمى للخانة السابقه .

* من الملاحظ أننا لو استبعدنا العمود الأوسط لحصلنا على منحنى التوزيع الترددى . وهذه الطريقه سوف تساعدنا على تحديد كيف توزيع العماله والحكم على مركزيتها بسهوله وهذا المثال مثال سهل محدود القيم وسنعرض فى مايلى مثال أخر يتميز بقراءات أكثر .

2 – 7 – 3 إنشاء منحنى التوزيع الترددى .

Construction of a frequency distribution

الجدول التالى (جدول 2-3) يحتوى على نتائج 110 عينة تم أخذها لوزن محور (110 عينه) خلال مراحل تصنيعه ويتم تشييد جدول التفريغ (2-4) الأولى والذى يبدأ بأقل قيمة 2.531 وينتهى بأكبر قيمه 2.575 ويحتوى على حصر تكرارها .

جدول رقم (2-3) وزن محور أثناء التصنيع بالكيلو جرام .

2.559	2.556	2.566	2.546	2.561
2.57	2.546	2.565	2.543	2.538
2.56	2.560	2.545	2.551	2.568
2.546	2.555	2.551	2.554	2.574
2.568	2.572	2.550	2.556	2.551
2.561	2.56	2.564	2.567	2.560
2.551	2.562	2.542	2.549	2.561
2.556	2.550	2.561	2.558	2.556
2.559	2.557	2.532	2.575	2.551
2.55	2.559	2.565	2.552	2.560
2.534	2.547	2.569	2.559	2.549
2.544	2.550	2.552	2.536	2.570
2.564	2.553	2.558	2.538	2.564
2.552	2.543	2.562	2.571	2.553
2.539	2.569	2.552	2.536	2.537
2.532	2.552	2.575 H	2.545	2.551
2.547	2.537	2.547	2.533	2.538
2.571	2.545	2.545	2.556	2.543
2.551	2.569	2.559	2.534	2.561
2.567	2.572	2.558	2.542	2.574
2.570	2.542	2.552	2.551	2.553
2.546	2.531 L	2.563	2.554	2.544

- جدول رقم (2 - 4) جدول تفريغ النتائج للمثال السابق يضاف للقيم 2.5 .والأرقام التالية من عشر الاف .

الوزن	العلامات	الوزن	العلامات	الوزن	العلامات
31	1	46	1111	61	1111
32	11	47	111	62	11
33	1	48		63	1
34	11	49	11	64	111
35		50	1111	65	11
36	11	51	11/11 111	66	1
37	11	52	11/11 1	67	11
38	111	53	111	68	11
39	1	54	11	69	111
40		55	1	70	111
41		56	11/11	71	11
42	111	57	1	72	11
43	111	58	111	73	
44	11	59	11/11	74	11
45	1111	60	11/11	75	11

- يلاحظ من الجدول أن هناك 45 مجموعه مما يجعل من الصعب العمل عليها ، ولذلك سنحاول تخفيض العدد وتجميع التكرار فى مجموعات أو خلايا (Cells) .

ان استخدام عدد معقول من الخلايا سيساعد عل اظهار النتائج بصوره جيده ويجب على المهندس الا يكثر من عدد تلك الخلايا حتى لاتضيع معالم التجميع الجماعى للنتائج وعلية أن لايقلل من عدد الخلايا للحد الذى يضيع معه معرفة مركزيه النتائج (تجمع النتائج حول قيمه معينه) وعموماً فإن الجدول (2-5) يعطى لنا فكره مبدئيه عن عدد الخلايا فى الحالات المختلفه والتى يتم الإستعانه بها ويمكن التجريب حولها .

جدول رقم (2-5) قيم استرشادية لعدد الخلايا .

أكبر من 500	500-100	أقل من 100	عدد القراءات (الإختبارات)
20-15	17-8	9-5	عدد الخلايا

وأفضل وسيله للوصول للحل الأمثل هى طريقة المحاولة والخطأ ، من الخطوات الهامة أن يقوم المهندس بتحديد بداية ونهاية كل خلية من الخلايا ويطلق عليها حدود الخلايا ويتضح ذلك من جدول (2-6) وهذه النهايات يتم اختيارها بحيث لايحدث تداخل مطلقاً عند تجهيز النتائج وعلى هذا من المفضل أن تكون الحدود تنتمى الى رقم عشرى آخر غير النتائج المعلومة فمثالنا الحالى الأرقام تنتهى عن رقم من ألف ولذلك يفضل أن تنتهى حدود الخلايا لرقم عشرى من عشرة آلاف .

جـدول (2-6) نتـائج التوزيـع التـرددى لـوزن المحور .

حدود الخلايا	مركز الخلية	التردد	التردد التجميعى
2.5305-2.5354	2.533	6	6
2.5355-2.5404	2.538	8	14
2.5405-2.5454	2.543	12	26
2.5455-2.5504	2.548	13	39
2.5505-2.5554	2.553	20	59
2.5555-2.5604	2.558	19	78
2.5605-2.5654	2.563	13	91
2.5655-2.5704	2.568	11	102
2.5705-2.5754	2.573	8	110
Total		110	

- ومن هذا نلاحظ أن الخلية من بدايتها الى نهايتها تمثل مجموعه من القراءات واتفق العلماء على استخدام نقطة منتصف الخلية لتمثل باقى الخليه معتمدين على أن عدد التجارب على يمين ويسار نقطة المنتصف متساويان واذا حدث اختلاف قليل فى هذا فإن الخلية المجاوره سوف تعادله وإن أجاز البعض أنة يمكن التعبير عن الخليه بالنقطة الأعلى تكرارا فى الحدوث داخل الخليه ولكننا سوف نستخدم الإسلوب العام الشائع وهو منتصف الخلية .

- ومن الأمور المستخدمه فى تجميع المعلومات هو مدى الخليه (Cell interval) وهو الفرق بين حدى الخلية وعموماً فإن الطبيعى أن يختار المهندس مدى الخليه يليها تحديد نقط المنتصف ثم حدود الخلايا . وعموماً يمكن تلخيص انشاء منحنى التوزيع الترددى تبعاً للخطوات التاليه : (انظر من جدول 2-3 حتى جدول 2-6) .

1 - حدد القيمه العظمى (ع) لنتيجة الإختبار (وزن المحور) = 2.575

2 - حدد القيمة الدنيا (د) = 2.531

3 - حدد المدى مد = (ع- د) وهو يوضح مدى اختلاف النتائج عامة .

مد = 2.575 – 2.531 = 0.044

4- حدد مدى الخليه وبالتالى عددها :

- من جدول (2-5) حيث أن عدد العينات 110 .
- عدد الخلايا يتراوح بين 5 ، 9 .
- بفرض عدد الخلايا 9 فيكون مدى الخليه = 0.044 / 9 = 0.00488
- بفرض عدد الخلايا 6 فيكون مدى الخليه = 6/0.044 = 0.00733
- بفرض عدد الخلايا 5 فيكون مدى الخلية = 5/0.044 = 0.0088
- من الواضح أن الرقم 0.00488 هو الأقرب للإستخدام ويتم تقريبه الى 0.005 وتستخدم عدد خلايا 9

5 - تحديد منتصف مركز الخلايا :

أقل قيمة (د) هى 2.531 والخلية التى ستحتوى هذا الرقم ترجع أساساً لاختبار المهندس ويفضل ان يختارها بحيث تقع أقل قيمه على يسار منتصف الخليه أى أقل منه فتكون أعلى قيمة (ع) على يمين منتصف آخر خلية أى أعلى من آخر منتصف أو أى شيئ آخر .
- سيتم اختبار أول منتصف = 2.533 .
- منتصف الخليه رقم ن = 2.533 +(ن-1) المدى .
- منتصف خليه رقم (2) = 2.533 +1(0.005) = 2.538.
- منتصف خليه رقم (9) = 2.533 +8(0.005) = 2.573.
- نحسب جميع منتصف الخلايا (كما بجدول 2-6) .

6 - عين حدى كل خليه :

- الحد الأدنى للخلية = قيمة منتصف الخلية – المدى /2
- الحد الأدنى للخلية الأولى = 2.533 – 2/0.005 = 2.5305
- الحد الأعلى للخليه = الحد الأدنى + (المدى – وحدة واحده من العلامة العشرية الأدنى) .
- الحد الأعلى للخليه الأولى = 2.5305+(0.005-0.0001) = 2.5354 أنظر جدول (2-6)
- الحد الأعلى للخلية رقم 9 = 2.5705 + 0.0049 = 2.5754 .

7 - تحديد تردد الخلايا :

عن طريق استخدام حدود الخلايا والجدول التجميعى جدولى (2-4 ، 2- 6) يتم تحديد تردد الخلايا ووضعها فى مقابل نقاط المنتصف ثم يتم وضع التردد التجميعى ومن الواضح ان الوزن 2.553 يمثل أكثر الأوزان حدوثاً بينما الوزن 2.533 هو الأقل احتمالاً .

8 - التعبير عن التوزيع الترددى تخطيطاً :

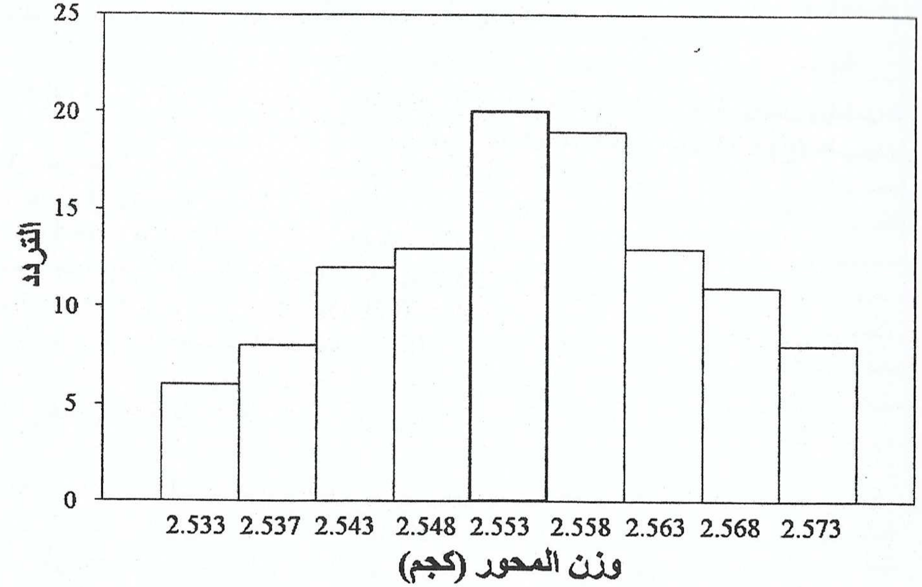
يمكن التعبير عن التوزيع الترددى لنتائج ضبط جودة آية مشروع تخطيطاً .

برسم شكل التوزيع المدرج التكرارى . Histogram distribution curve

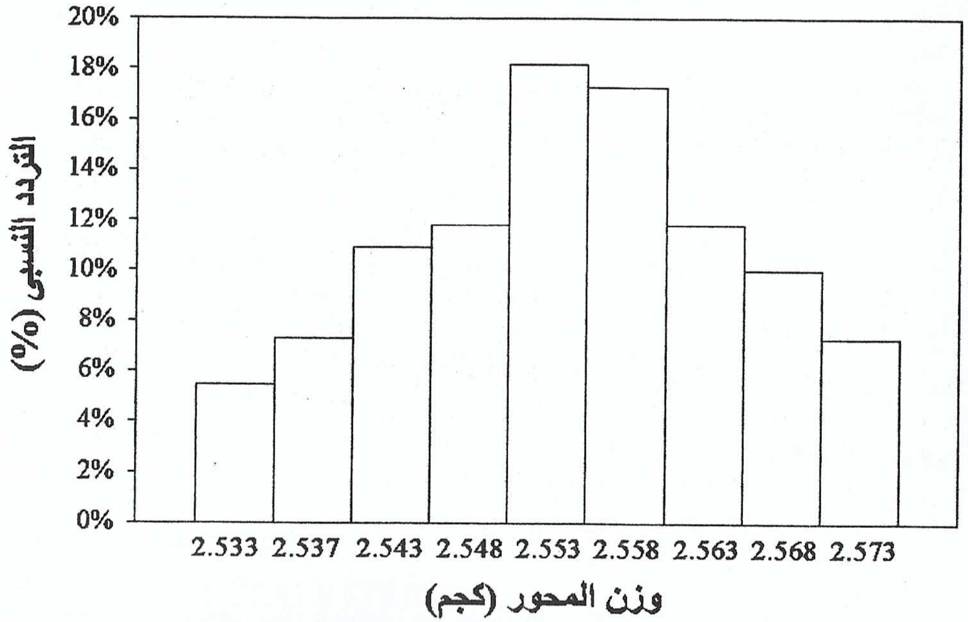
أو رسم شكل المضلع التكرارى Polygon distribution curve أو رسم المنحنى القضبى او رسم المنحنى التكرارى المتجمع ويمكن استخدام أكثر من طريقه من الطرق المذكوره كما يلى .

8 – 1 منحنى المدرج التكرارى .

يتم رسم علاقة بين تردد الخلية ومدى الخليه كما يلى :
- يختار المحور الأفقى بحيث يمثل كل خليه وحدة مقياس (اسم مثلا) وتوقع نقطة المنتصف فى وسط الخلية ويمثل تكرار كل خلية بمستطيل عرضه الوحده وارتفاعه تردد الخليه كما هو واضح فى شكل (2-1) .



شكل رقم (2-1) علاقة بين تردد الخلية ومدى الخليه .



شكل (2-2) العلاقه بين التردد ومركز الخليه.

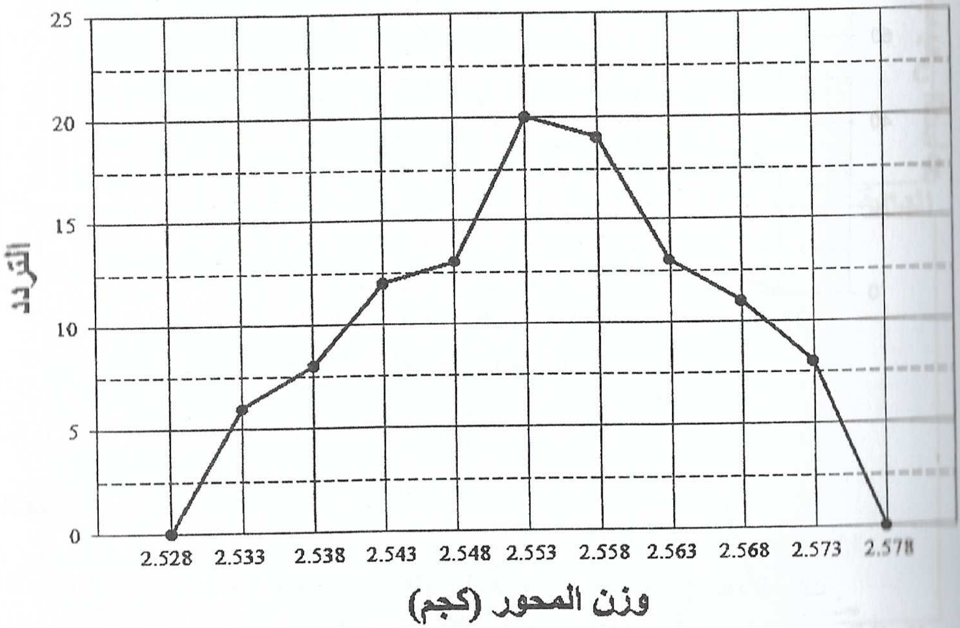
ويمكن رسم منحنى المدرج التكرارى النسبى وذلك عن طريق رسم العلاقه بين وزن المحور النسبة المئوية للتردد النسبى = (تردد الخليه مقسومه على عدد العينات) وهذا الشكل يفيدنا فى دراسة

احتمال حدوث دالة معينه فمثلا احتمال حدوث أول خلية = 5.5 × 1 = 5.5 % .
واحتمال حدوث وزن المحور بين 2.555 ، 2.5554 = 18.18 × 1 = 18.18 % .

8 – 2 منحنى التوزيع القضبى *Polygon of data distribution*

(المضلع التكرارى) .

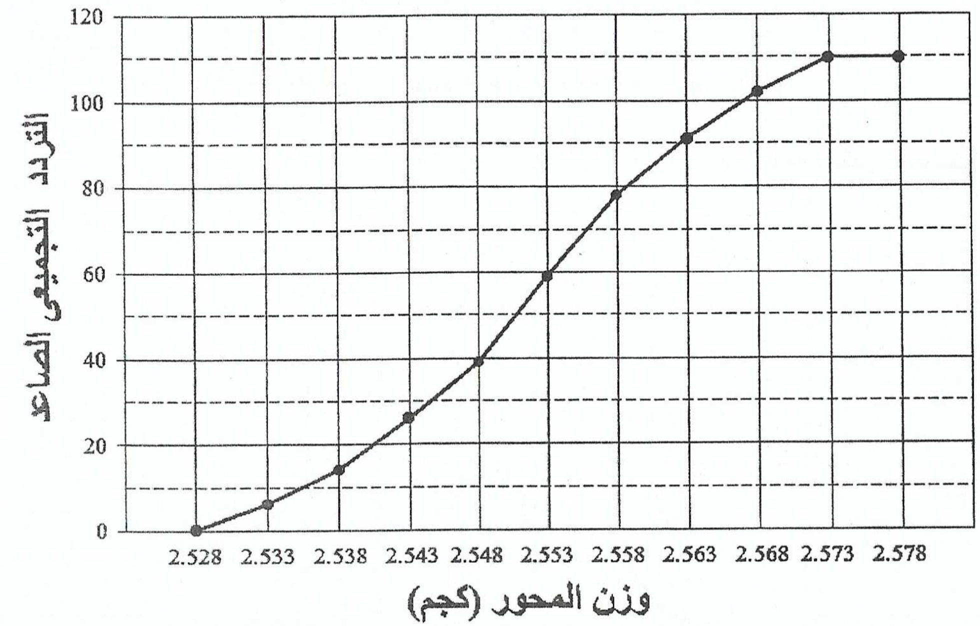
1 - يتم رسم علاقه بين التردد ومركز الخليه على أن يتم البدء بمنتصف خلية سابقه وتنتهى بمنتصف خلية لاحقة زائده وهذا واضح من شكل (2-3) .



شكل (2-3) يوضح العلاقة بين وزن المحور والتردد التجميعى

8-3 المنحنى التكرارى المتجمع الصاعد *Cumulative Frequency distribution*

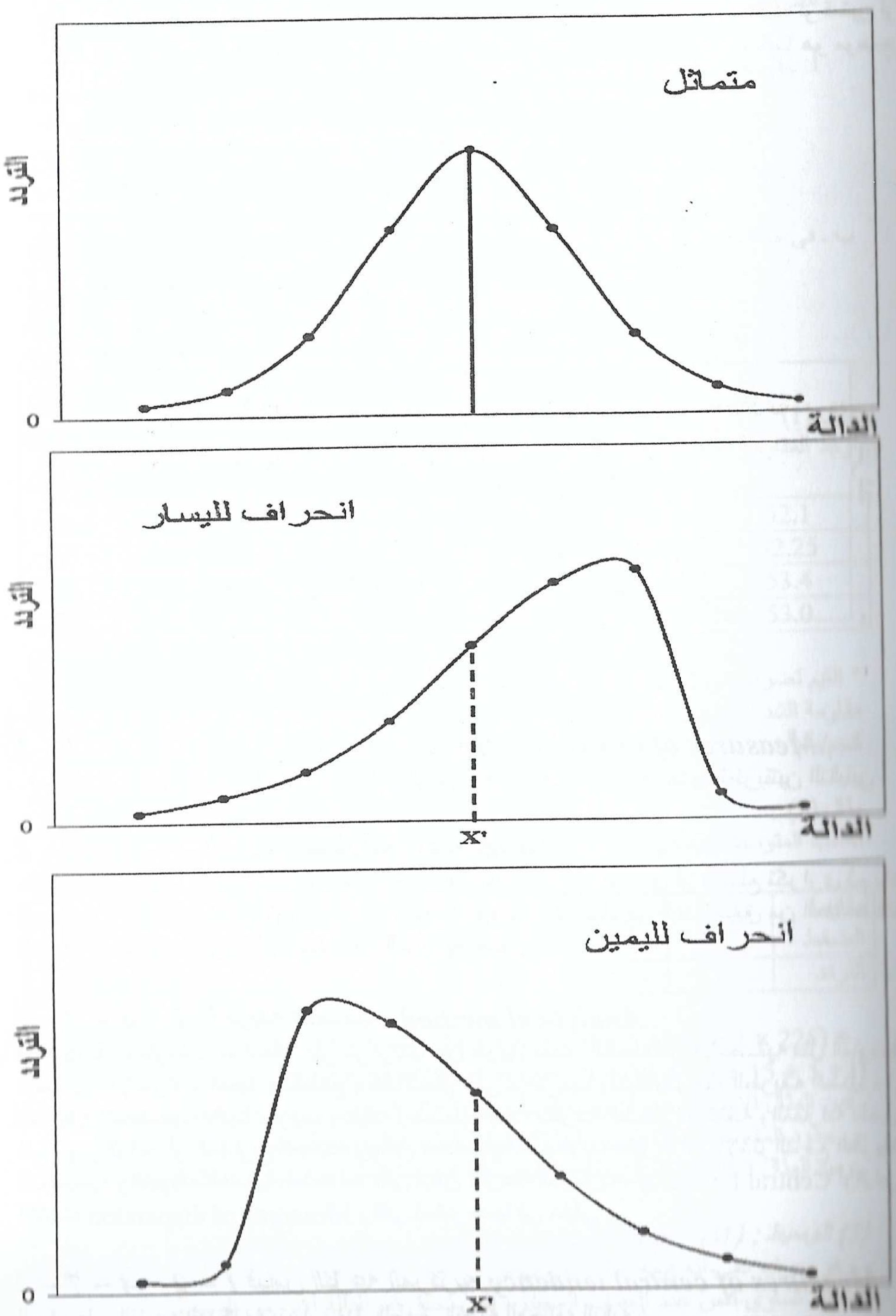
1- يتم رسم علاقه بين التردد التجميعى الصاعد ومركز الخلية على أن نبدأ بمنتصف خلية سابقة وشكل (2-4) يوضح العلاقة بين وزن المحور والتردد التجميعى الصاعد .



شكل (2-4) يوضح العلاقة بين وزن المحور والتردد التجميعى الصاعد

ملاحظات عامة :

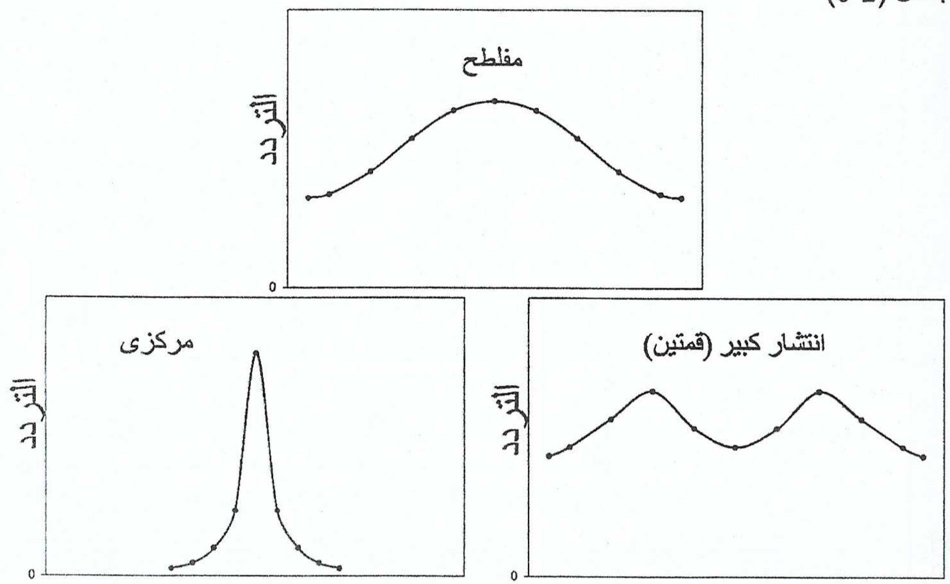
- كل هذه المنحنيات السابق ذكرها يمكن تمثيلها بطريقه نسبية بالقسمه على عدد العينات .
- بعد رسم شكل المضلع التكرارى يجب الحكم علية كما يلى : شكل (2-5)



شكل (2-5) الحكم على إنحراف المنحنى

أ - وجود التماثل أو غياب التماثل وهل المعلومات منحرفة جهة اليمين أم جهة اليسار .

ب - الحكم على الإنتشار وعدد القمم فيمكن أن يكون لدينا One mode قمه واحده أو قمتين أو متعدد فيمكن أن تكون المعلومات مركزيه قريبه من قيمه واحده وقد تكون منتشره كما هو موضح بشكل (2-6)



شكل (2-6) الحكم على إنتشار ومركزية النتائج .

2 – 7 – 4 مقاييس النزعه المركزيه *Measures of central tendency*

- يمكن الحكم على النزعه المركزيه للمعلومات حول قيمه معينة بواسطة احدى الطريقتين التاليتين

2 – 7 – 4 – 1 الطريقه التخطيطيه *Graphical*

حيث يتم تجميع المعلومات حسابياً ثم توقيعها على هيئة مدرج تكرارى أو مضلع تكرارى ثم يتم الحكم على تماثلها وعلى مركزيتها وعلى انتشار المعلومات كما جاء فى البند السابق من الملاحظات العامه ويعيب هذه الطريقه أن الحكم على المركزيه تقديرى .

2 – 7 – 4 – 2 الطريقه الحسابيه *Analytical method* .

بعد تجميع المعلومات يتم الحكم على مركزيتها عن طريق بعض الخصائص الإحصائيه مثل المتوسط الحسابى والإنحراف المعيارى للنتائج وذلك للحكم على مركزيتها وتشتتها وهذه الطريقه أفضل من الطريقه التخطيطيه لأنها سريعه ودقيقه وتستطيع بدقه مقارنة النتائج المختلفه والمقارنه داخل المشروع الواحد أو المشاريع المختلفه ويمكن استخدامها اما بطريقه منفرده أو بالإشتراك مع الطريقه التخطيطيه والطريقه الحسابيه تعتمد اما على قياس النزعه المركزيه Central tendency أوقياس التشتت Measures of dispersion والتى نستعرضها فى مايلى :

2 – 7 – 4 – 2 – 1 قياس النزعه المركزيه *Measures of central tendency*

للحكم على النزعه المركزيه يتم استخدام الطرق الثلاثه المختلفه التاليه :

(1) المتوسط الحسابى : *Arithmetic mean*

وهو يمثل الداله المتوسطة للمعلومات المختلفه التى تم تجميعها من الموقع ($\overline{X}$) ويحسب بأحد

الطريقتين التاليتين :

أ - فى حالة عدم وجود تكرار فى القيم .

$$\overline{X} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\chi_i}{n} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 - \text{..........} \text{......} X_n}{n}$$

ب - فى حالة وجود تكرار لقيم الدالة .

$$\overline{X} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\chi_i}{n} = \frac{X_1 n1 + X_2 n2 + X_3 n3 - \text{.........} Xnnn}{n1 + n2 + n3 + \text{..............} nn}$$

مثال (1) :

أوجد المقاومة المتوسطة لمقاومة الشد كجم/سم² لعينات صلب التسليح المختبره التالية :

* 52.1	52.15	52.14	52.2	52.1
52.05	52.13	52.16	52.28	52.25
52.17	52.4	53.0	53.2	53.4
52.8	52.0	52.08	53.3	53.0

* القيم تضرب فى 100 للحصول على كجم/سم² .

مقاومة الشد = مجموع المقاومات / عدد العينات = 20/1048.91 = 52.44.5 × 1 = 5244.5 كجم/سم²

مثال (2) :

احسب المتوسط الحسابى لمقاومات ضغط الخرسانة (كجم/سم²) للمكعبات التالية :

مقاومة الضغط	225	235	235	240	245	250	255
التردد	2	5	15	40	30	20	6

= (6 ×255 + 20× 250+ 30× 245 + 40× 240 + 5 × 235+ 5 ×230+ 2 × 225) / (6 + 20 + 30 + 40 + 15 + 5 +2) = 118/28605)=242.4 كجم/سم²

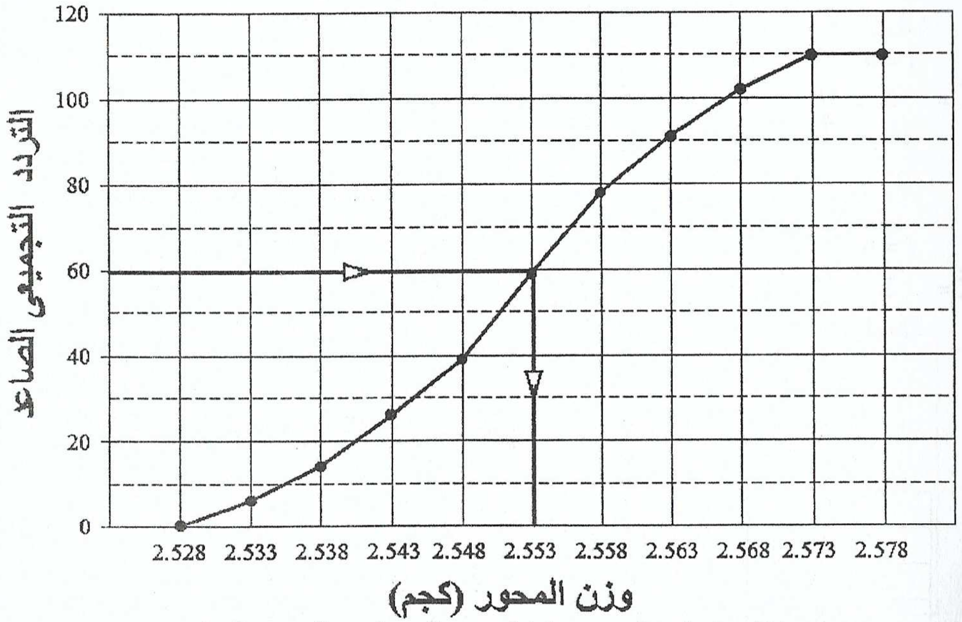
- فمن المثال الأول بفرض أن رتبة الصلب 360 /520 سنجد أن مقاومة الشد المتوسطة قريبه جدا من حدود المقاومة ولذلك يجب علينا الإهتمام بالمتابعه الدوريه للصلب .

- ومن المثال الثانى سنعلم أن مقاومة الخرسانة للضغط المتوسطة تساوى240 كجم/سم²

(2) الوسيط : (M) *Median* .

- وهو يعرف على أنة قيمة الدالة التى تحقق أن عدد العينات المختبره التى تحقق قيم للدالة أقل من الوسيط تساوى نفس عدد العينات المختبره التى تحقق قيم للدالة أكبر من الوسيط .

والشكل رقم (2-7) يوضح كيفية تحديد الوسيط من المنحنى الصاعد وذلك برسم خط أفقى مقابل التردد 50 % من التردد التجميعى فيتقاطع مع المنحنى فى نقطة يتم اسقاطها راسياً لتحدد الوسيط M



شكل رقم (2-7) يوضح كيفية تحديد الوسيط من المنحنى الصاعد

- عندما يكون عدد العينات المختبره فردياً (odd) يكون الوسيط هو قيمة الدالة عند العينه المتوسطه .
- عندما يكون عدد العينات زوجياً يكون الوسيط هو القيمه المتوسطه للقيمتين المتوسطتين.

مثال (3) :
أوجد قيمة الوسيط لقيم الداله التاليه :
200 ، 210 ، 220 ، 225 ، 230 ، 240 ، 250
العدد فردى فيكون قيمة الوسيط = 225 .
- فى حالة استخدام طريقة تجميع المعلومات يحسب الوسيط من المعادلة التالية :

$$M = L_m\left(\frac{\frac{n}{2} - f_n}{fm}\right)i$$

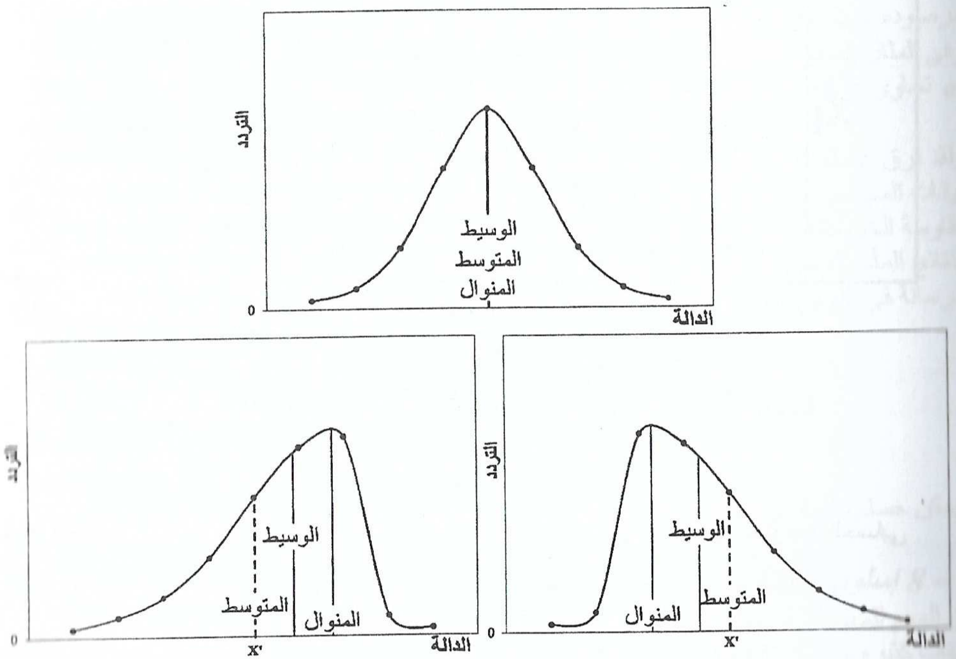
حيث : fm = تردد خلية الوسيط
Lm= الحد الأدنى للخلية التى يقع فيها الوسيط
n = عدد العينات الكلى .
f_n = عدد العينات الكلى التى قيمتها أقل من قيم خلية الوسيط
i= مدى الخليه .
وهذه القيمه للوسيط تكون تقريبيه .

3 - المنوال . *Mode*

وهو قيمة الدالة المصاحبة لأعلى تردد ويتم تحديدها من منحنى التوزيع القضبى عن طريق رسم خط أفقى عند أعلى تردد ثم إسقاط خط رأسى لنحدد المنوال .

4 - العلاقة بين مقاييس النزعة المركزية .

شكل (2-8) يوضح العلاقة بين الثلاث مقاييس المستخدمة للتعبير عن النزعة المركزية ففى حالة التوزيع المتماثل تتساوى قيم الثلاث مقاييس وفى حالة إنحراف التوزيع جهة اليمين تكون قيمة المتوسط أعلى من الوسيط والمنوال على الترتيب ويحدث العكس فى حالة الإنحراف جهة اليسار .



شكل (2-8) يوضح العلاقة بين الثلاث مقاييس المستخدمة للتعبير عن النزعة المركزية

2 - 7 - 4 - 2-2 قياس التشتت *Measures of dispersion* .

ويتم الحكم على انتشار وتشتت النتائج عن القيمة المركزية أو بعد القيم عن بعضها البعض .

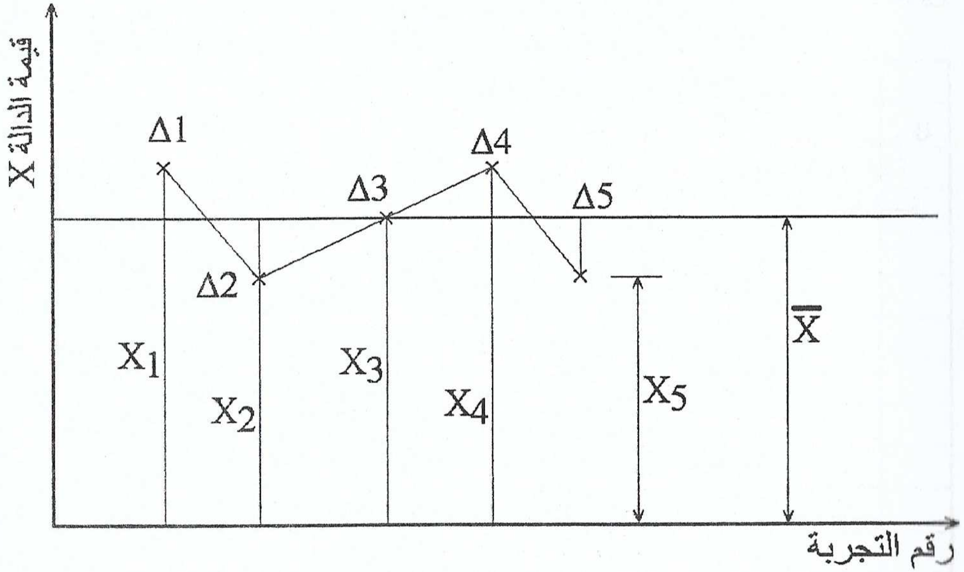
1 - المدى Range .

وهو يمثل الفرق بين أعلى وأقل نتيجة لمجموعه معينة من القراءات وهو أقل دقة من المقاييس الأخرى ويزيد بازدياد القيم داخل المجموعة .

2 - الإنحراف المعيارى والإنحراف: *Standard Deviation and Deviation* .

شكل (2-9) يوضح العلاقة بين قيمة الدالة (X_n) نتيجة إختبار مقاومة مثلاً مع زمن المشروع فقيمة الإختبارات هى X_1، X_2، X_3 ومن خلال الشكل يمكن تعريف الإنحراف (Δ) على أنة الفرق بين قيمة الدالة والمتوسط الحسابى ($\overline{X}$) فلو كانت الإنحرافات تساوى صفر كان معنى ذلك هو الحصول على قيمة واحده للمقاومة خلال المشروع وهذا أمر مستحيل الحدوث إلا بالإراده الإلاهيه ولكن كلما

كان المهندس دقيق ويقلل أسباب الإختلاف فسوف تقل Δ وكلما قل قيمة الإنحراف تتحسن الجودة .



شكل (2-9) يوضح العلاقة بين قيمة الدالة (X_n) ونتيجة إختبار مقاومة

ويعرف الإنحراف المتوسط : بأنه متوسط القيم القياسية لإنحراف النتائج عن المتوسط الحسابى .

(أ) ∴ الإنحراف المتوسط = | مجموع Δ / n |

وهذا معناه أننا سنلغى الإشاره .

- مثال : إحسب الإنحراف المتوسط لمجموعة المقاومات المذكوره فى جدول (2-5) .

- جدول (2-5) قيم مقاومة الضغط والإنحراف .

مقاومة الضغط ن/ مم	20.0	24.0	23.0	25.0	21.5	23.0
الإنحراف Δ	2.75 -	1.25 +	0.25 +	2.25 +	1.25 -	0.25 +

المتوسط الحسابى $\overline{X}$ = 22.75 .

الإنحراف المتوسط = (2.75+ 1.25+ 0.25+ 2.25 + 1.25+ 0.25) /6 =1.33 ن/مم^2

الإنحراف المتوسط بالنسبة للمتوسط = 1.33 / 22.75 × 100 = 5.86 % .أى أن هناك حوالى 6 % إختلاف عن القيمه المركزية .

(ب) الإنحراف المعيارى :

إستخدم العلماء الإنحراف المعيارى (σ) للدلالة على الإنحراف ويحسب الإنحراف المعيارى كما يلى :

$i = n$

$$\sigma=\sqrt{\frac{(X_1-\overline{X})^2+(X_2-\overline{X})^2+....(X_n-\overline{X})^2}{n}}$$

ولهذا سنجد أن الإنحراف المعيارى يعبر عن الإنحراف المتوسط وبهذا الإسلوب سنجد أننا لاشينا تأثير إشارة الإنحراف (Δ) .

كما نلاحظ أن إستخدام الإنحراف المعيارى يزيد من قيمة الإنحراف ليأخذ إحتمالات التغيرات الغير مرصوده حيث أنه تم تربيع (Δ) وظل عدد العينات كما هو .

وفى المثال السابق سنجد أن .

σ تساوى = 3.98 ن/مم^2 بدلاً من الإنحراف المتوسط (1.33ن/مم^2) .

ولقد فرق علماء الإحصاء بين النتائج الفعلية فى الحياه والتى تمثل عدد لانهائى من القراءات تمثل بيانات المجتمع وبين نتائج عينات قليله (مهما زاد عددها) تؤخذ لتعبر عن هذا المجتمع ومثالاً لذلك مقاومة الخرسانة فى جميع أجزاء المنشآت المختلفة لمشروع معين ومقاومة الخرسانة لمكعبات النتائج المأخوذه من الخرسانة (تكسير 3 مكعبات تختبر عند عمر 28 يوم لتمثل حوالى 100 م^3 خرسانة فى اليوم) ولأخذ ذلك فى الإعتبار فسوف نستخدم (n-1) بدلاً من (n) فيكون .

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n}(\Delta_i)^2}{n-1}}$$

ويمكن حساب قيمة σ بإستخدام الآلات الحاسبة أو الحاسبات الآليه

2 – 8 إسلوب العينة والمجتمع :

من المهم للمهندس أن يعلم أن معلومات وضبط جودة دالة معينة تعتمد إعتماد كبيراً على بيانات عينات كثيره جداً من الدالة (المجتمع) أوعلى عينات مأخوذه لبعض قيم الدالة (العينة)

ومثال توضيحى فلو قام المهندس بصب 500 متر مكعب خرسانة وأخذ من كل م3 خرسانة ثلاث مكعبات إختبرها فى الضغط لتحديد الداله (مقاومة الضغط) فسوف يكون لديه نتيجة 1500 إختبار وهذا ما يطلق علية المجتمع ، أما إذا أختبر المهندس حوالى 30 مكعب فتطلق على نتائج الإختبار نتائج عينة وكلما زاد عدد عينات العينة كلما إقتربت نتائجها من نتائج المجتمع وجدول رقم (2-6) يوضح مثال لزيادة فهم القارئ لهذا الأمر .

مثال :

إناء يحتوى على 1000 كره منها 800 كره زرقاء و200 كره خضراء بقطر 5 مم .

- بالطبع 1000 كره تمثل المجتمع و20% منها خضراء و80% زرقاء .
- تم أخذ 8 عينات عشوائية وكل عينة مقاسها 10 كرات وتم فحص لونها فكانت النتائج كما هى مذكوره فى جدول (2-6) .

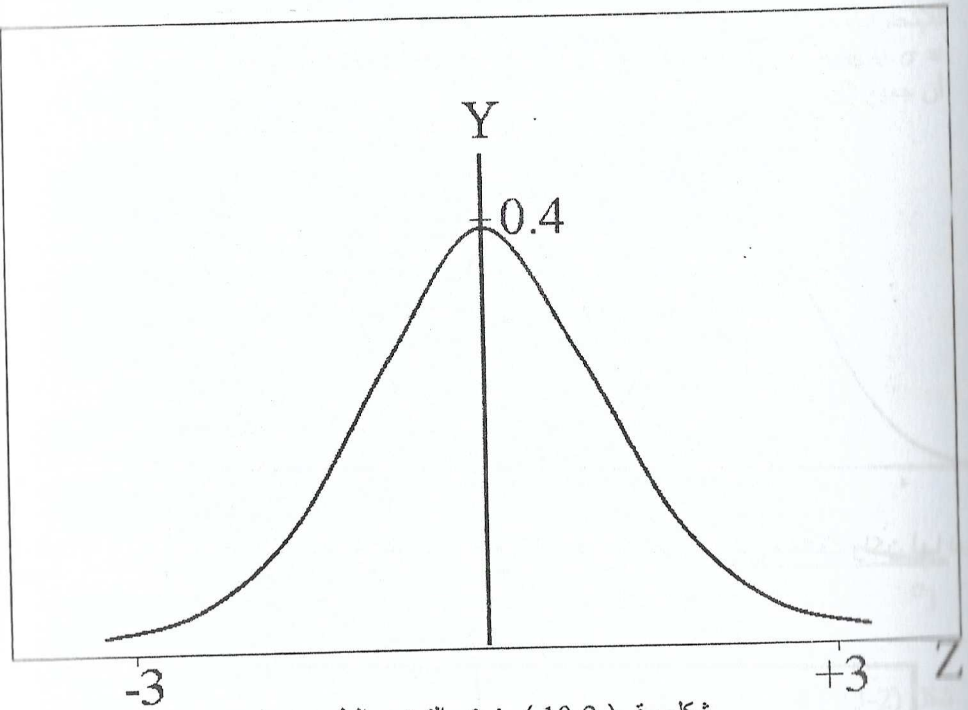
جدول رقم (2-6) تحليل نتائج عينات مأخوذه من 1000 كره .

رقم العينة	مقاس العينه	عدد الكرات الزرقاء	عدد الكرات الخضراء	% للكرات الخضراء
1	10	9	1	10
2	10	8	2	20
3	10	5	5	50
4	10	9	1	10
5	10	7	3	30
6	10	10	صفر	صفر
7	10	8	2	20
8	10	9	1	10
9	80	65	15	18.8

يلاحظ من الجدول أن العينة الثانية والعينة السابعة مصادفة أعطت نتيجة المجتمع أما العينة الثالثة فكانت نتيجتها بعيداً جداً (50%) . ولكن عندما أخذنا 8 عينات عشوائية فإن نتيجتها تقترب جداً من نتيجة المجتمع (18.8 ، 20 %) .

ـ فى مجال الهندسة المدنية والإنشائية من المهم أن نأكد أن إستخدام الفحص البصرى بجانب إختبارات العينات يحسن كثيراً من إقتراب نتائج العينه بنتائج المجتمع ويلاحظ أنه للتفرقه بين المتوسط والإنحراف المعيارى للعينة ($\overline{X}$ ، σ) فإن المتوسط والإنحراف المعيارى للمجتمع يرمز لهما بالرمز $\overline{X'}$ ، σ

2 - 9 منحنى التوزيع الطبيعى : *Normal distribution curve*



شكل رقم (2-10) منحنى التوزيع الطبيعى .

يمثل منحنى التوزيع الطبيعى أحد منحنيات المجتمع وهذا المنحنى يتميز بأنة متماثل ، ذو قمة واحدة ، يتساوى قيم المتوسط الحسابى والوسيط والمنوال ويمكن التعبير عن هذا المنحنى بالمعادلة

$$f(z) = \frac{1}{2\Pi} e^{-z^2/2}$$

حيث : $\Pi = 3.14159$

e = العدد الطبيعى 2.71828

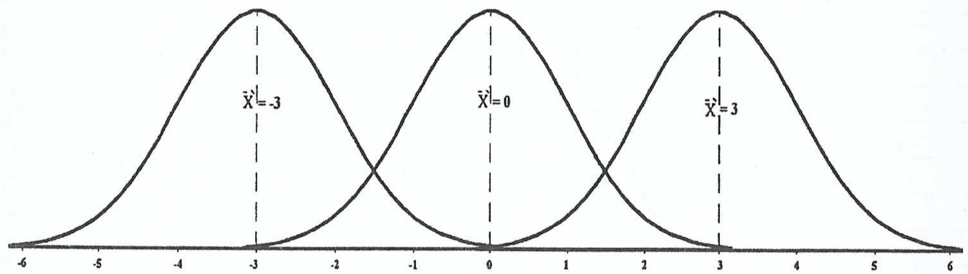
$$Z = \frac{X - \overline{X'}}{\sigma}$$

حيث X تمثل القراءه ، $\overline{X'}$ المتوسط ، σ الإنحراف المعيارى ، Z القيمه العادية القياسية .

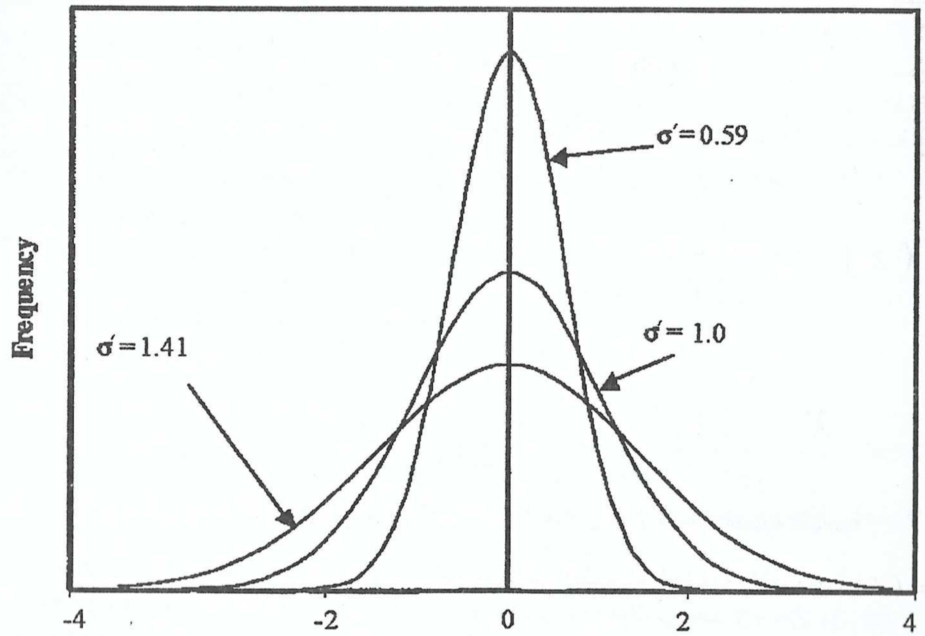
شكل (2-10) يوضح منحنى التوزيع الطبيعى فى الصوره القياسية (لأى متغيرات) حيث متوسطه (صفر) وانحراف معيارى يساوى واحد والمنحنى شبة يتلاشى عند $Z= +3$، $Z= -3$ المساحة تحت المنحنى = 1.00 أو 100 % ولذلك يستخدم لحساب الإحتمالات وحيث أن المساحة تحت المنحنى بين النقاط المختلفة (Z) مهمة جداً للحسابات الإحصائية فإن هذه المساحات موجوده فى جدول (٨) فى الفهرست .

2 - 10 منحنى التوزيع الطبيعى لقيم مختلفة للمتوسط والإنحراف المعيارى .

شكل (2-11) منحنى توزيع طبيعى لقيم مختلفة من المتوسط



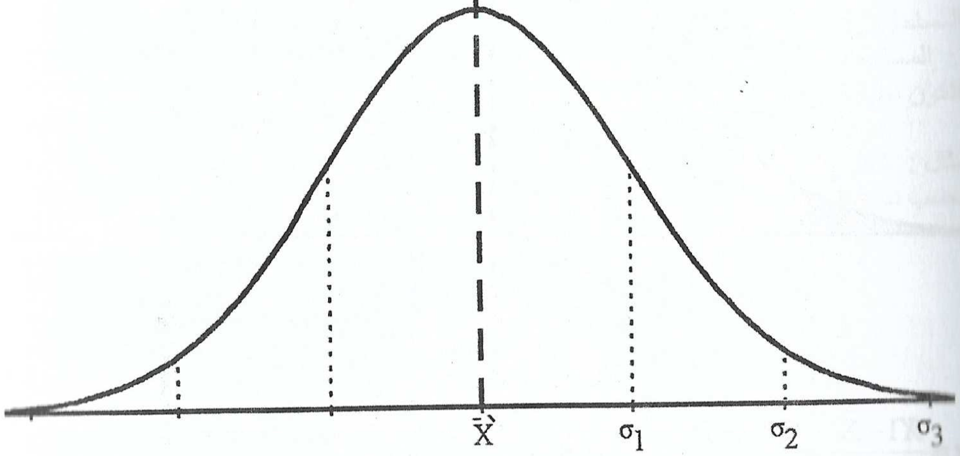
شكل (2-11) يوضح ثلاث منحنيات توزيع طبيعى لها قيم متوسط حسابى مختلف ولكن لها نفس انحراف معيارى .



شكل(2-12) يوضح ثلاث منحنيات توزيع طبيعى لها نفس المتوسط الحسابى

شكل (2-12) يوضح ثلاث منحنيات توزيع طبيعى لها نفس المتوسط الحسابى ولكن بقيم مختلفة

للإنحراف المعيارى . ونلاحظ أنة كلما زاد σ زاد إنتشار النتائج حول المتوسط ولقيمة $\sigma = 0.50$ نلاحظ أن النتائج تتجمع بالقرب من المتوسط ولو توصلنا نظرياً لمنحنى له صفر σ فمعنى هذا أن جميع القيم ستساوى قيمة المتوسط الحسابى وهذا أمر مستبعد .



شكل (2-13) النسبة المئوية للمساحه المحصوره بين قيم معينة من الإنحراف المعيارى .

شكل (2-13) يوضح المساحة الموجوده تحت منحنى التوزيع الطبيعى لقيم مختلفة من الإنحراف المعيارى فمثلاً المساحة المحصورة بين$(\bar{X}' + \sigma)$ ، $(\bar{X}' - \sigma)$ تمثل 68.26 % من المجتمع أى أن العينات التى تزيد أو تقل عن المتوسط الحسابى بقيمة الإنحراف المعيارى تمثل 68.26 % .

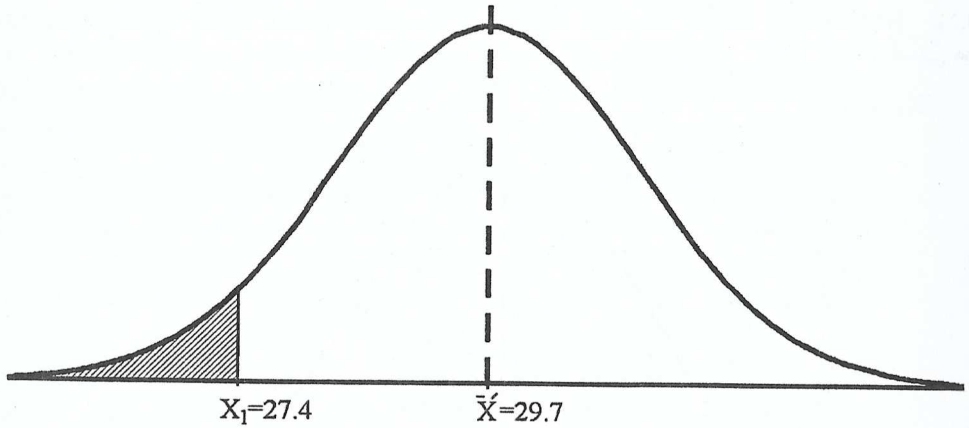
أما المساحة المحصورة بين $(\bar{X}' + 2\sigma)$ ، $(\bar{X}' - 2\sigma)$ فتمثل حوالى 95.46% والمساحة المحصورة بين $(\bar{X}' + 3\sigma)$ ، $(\bar{X}' - 3\sigma)$ هى 99.73 . وإتفق العلماء أن العينات الداخلة فى المساحة $(\bar{X}' + 3\sigma)$ تدخل فى إطار التحكم لمنحنيات ضبط الجودة وفى مجال الصواريخ وعلم الفضاء لايصح ترك 0.37 % من الإحتمالات لذلك فإن المساحة المستخدمة فى ذلك حالياً $(\bar{X}' \pm 6\sigma)$.

مثال :

منشآت لها نفس مقاومة الضغط وخلال عام كانت مقاومة الضغط المتوسطة 29.70 ن/مم2 والإنحراف المعيارى للمقاومة 2.4 ن/مم2 . نفرض أن توزيع المقاومة منحنى عادى . إحسب نسبة المقاومات التى تقل عن 27.4 ن/مم2 .

الحل . شكل (2-14)

حيث أن المقاومات سجلت على مدار سنه فيمكن اعتبار أن النتائج تمثل مجتمع (Universe)



شكل (14-2)

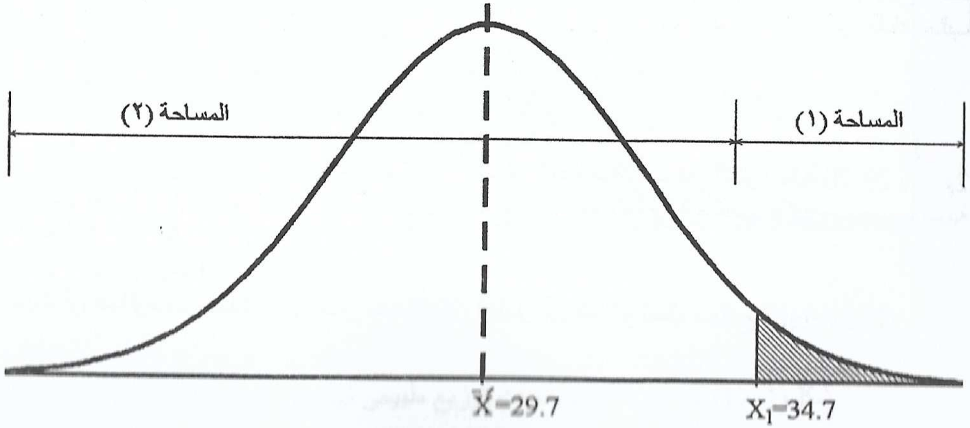
$$z=\frac{X1-\overline{X}'}{\sigma}=\frac{27.4-29.7}{2.4}=-0.96$$

بالرجوع لجدول A فى الفهرست سنجد أن مساحة المنحنى المناظر لمقاومة أقل من 27.4 = 0.1685

∴ نسبة المقاومات الأقل من 27.4 = 16.85 % .

مثال : شكل (15-2)
للمبنى السابق إحسب نسبة المقاومات الأكبر من 34.7 ن/مم^2 .

الحل .
حيث أن المساحة المنحنى تحسب من Z وحتى اليسار .



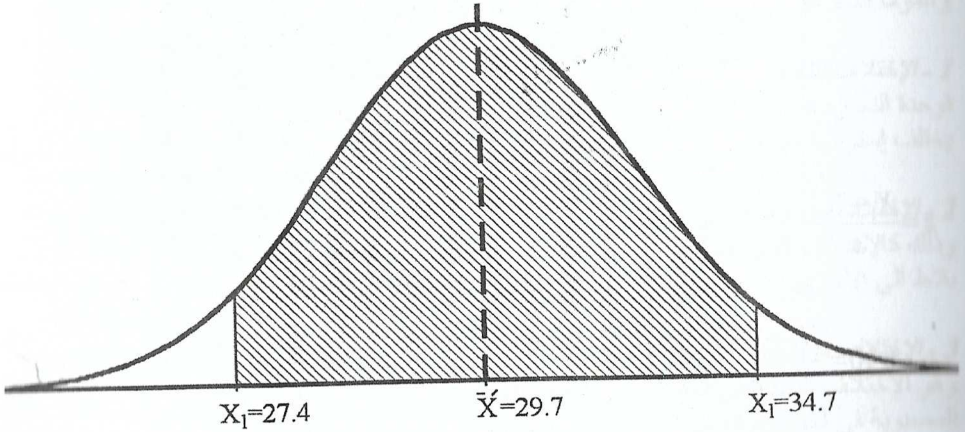
شكل (15-2)

المساحة (1) = مساحة المنحنى كلة – مساحة المنحنى على يسار 34.7 (المساحة 2)

$$Z_2=\frac{34.7-29.7}{2.4}=+2.08$$

المساحة (2) = 0.9812
∴ المساحة (1) = 1 – 0.9812 = 0.0188
فتكون نسبة المقاومات الأكبر من 34.7 تساوى 1.88 % .

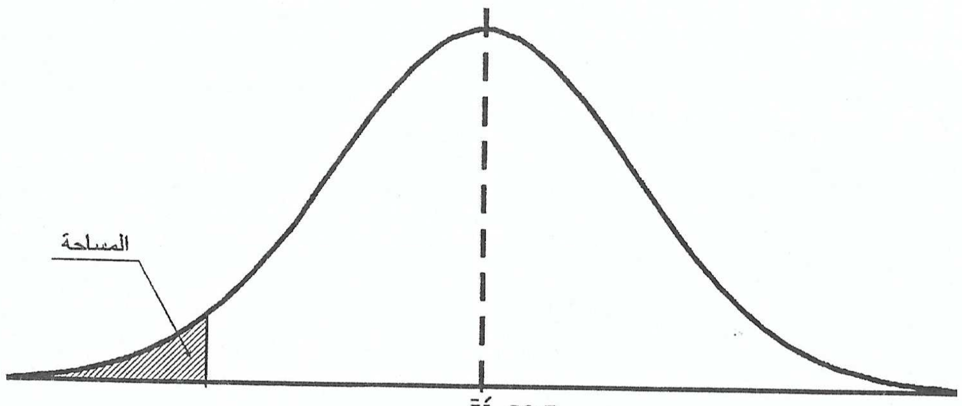
مثال : شكل (16-2)
احسب نسبة المقاومات التى تقع بين 34.7 ، 27.4 ن/مم2 .



شكل (16-2)

نسبة المقاومة = المساحة المهشره .
= المساحة من مقاومة 34.7 .
المساحة من مقاومة 27.4 يرجع للمثالين السابقين .
= 0.9812 – 0.1685 = 0.8127 = 81.27 % .

مثال : شكل (17-2)
المثال السابق إحسب المقاومة التى لايقل عنه أكثر من 5% من العينات المختبره .



شكل (2-17)

الحل :

$$z=\frac{X_1-\bar{X}'}{\sigma}$$

المساحة = 0.05 وبالرجوع لجدول A سنجد أن $Z = -1.64\sigma$

$$-1.640=\frac{X_1-29.7}{2.4}=-1.64$$

$$-1.64(2.4) = X1 - 29.7$$

$\therefore X_1= 29.7 - 3.936 = 25.76\ N/mm^2$

الباب الثالث

منحنيات ضبط الجوده لوحدات البناء (منحنيات ضبط الجودة للمتغيرا

CONTROL CHARTS FOR VARIABLES

3 – 1 التغير :

من الطبيعى أثناء تنفيذ المنشآت أن يحدث إختلاف فى جودة العناصر الإنشائية المختلفة وفى المنـ المعدنية من المفروض أن يكون الإختلاف أقل من المنشآت الخرسانية ، وعموماً فإن التغير هو ـ الطبيعه وهناك من المتغيرات ما يكون ملاحظة إختلافها بمجرد النظر مثل طول الإنسان مثلاً بينـ يصعب على كل فرد الحكم على الإختلاف فى مقاومة الخرسانة إلا بتجارب محدده ويصعب الحكـ كذلك على وحدات البناء مثل الطوب والبلاط والسيراميك ووحدات النجاره ....إلخ .

وعموماً أثناء عملية التشييد فإن الإختلاف فى كفائة العنصر تأتى من أربعة مصادر للتغير :

1 - الإختلاف الناتج داخل الوحده .

فوحدة النجاره قد يختلف الخلوص من مكان الى آخر داخل الوحده نفسها وقد تختلف نعومتها وقد يختلف إستوائها وقد تختلف فى وجود عقد أو شروخ من مكان إلى آخر .

2 - الإختلاف من وحده الى أخرى .

وذلك كالإختلاف الذى ينشأ من شحنة طوب الى أخرى أو من شحنة رمال الى أخرى أو من شحنـ بلاط الى الأخرى .

3 - الإختلاف من زمن الى آخر .

وهو الإختلاف الناشئ فى التنفيذ خلال أوقات اليوم المختلفه فمن المعلوم أن جودة الخرسانة المصبوبة فى آخر يوم العمل تكون أقل من مثيلتها المصبوبة بعد العمل بساعتين وجودة الخرسانة أثناء سقوط الأمطار أقل من مثيلتها أثناء الوقت العادى وهذه المتغيرات والإختلافات الثلاثه تظهر من خلال الدوال الأربعة التالية :

أ - المواد المستعملة :

تنقسم المواد الى مواد مصنعه داخل المصنع ومواد طبيعية ، والمواد المصنعه المعدنية مثل الحديد والألومنيوم تتميز بإنتاج ذى تحكم عالى ، كذلك فإن شحنات الإنتاج المختلفة تتميز بإختلاف قليل نسبياً . فيحدث إختلاف صغير فى مقاومات الحديد وممطوليته . أما المواد المصنعه الغير معدنية مـ الأسمنت والجبس فإن التغير فى خواصها يكون أعلى من المواد المعدنية أما المواد الطبيعية مثل الزلط والرمل فإن خواصها تختلف وتتباين إختلافاً كبيراً نظراً لطبيعة التغير فى المواد داخل المحـ ، وعلى هذا فإنه من الطبيعى أن يحدث فى الموقع تغير فى خواص المواد المورده عبر اليوم الوا أو عبر زمن المشروع وكلما جعل المهندس هذا التغير أقل ما يمكن تحسنت الجوده .

ب - العماله :

حيث إن العماله لها دور مؤثر فى التحكم فى الأعمال فهى الأيدى التى تقوم بعملية التشييد فالمهندس الكفئ سيعمل على تقليل أسباب الإختلاف ليرفع من مستوى ضبط الجوده فما بالنا لو حد تغير دائم فى العماله أثناء تنفيذ المشروع كأن تغير مقاول صب الخرسانة (من الباطن)

أو أن يتم تغيير المهندس المنفذ عدة مرات خلال تنفيذ المشروع ، فمن الطبيعى أنه يظهر إختلاف فى خواص الخرسانة وخواص المنشأ لأجزاءه المختلفه . إن هذا العامل يعتبر من أهم وربما أكثر العوامل تأثيراً على الإختلاف .

ج ـ طرق التشييد :

تلعب طريقة التشييد دور هام فى التحكم فى الإختلاف فإن استخدام الحرث اليدوى أو الخلاطات الحجمية يؤدى الى خرسانه جودتها أقل بكثير من استخدام الخلاطات الوزنية (Bash plant) . كما أن إستخدام أساليب التشييد الحديثه تمكن المهندسين من تقليل الإختلاف كما إن وجود جهاز للتفتيش وضبط الجوده فى نظام التشييد القائم يعمل كثيراً على إقلال هذا الإختلاف وذلك عن طريق عمل برنامج ضبط جودة متكامل عن طريقه يستطيع جهاز ضبط الجوده فى اقلال الإختلاف فى جميع عناصر المنشأ الإنشائية والمعماريه والصحى والكهرباء

د ـ دوال أخرى متعدده :

وتشمل الظروف الجويه من كون الجو مطير أم جاف وتأثير الرطوبة النسبيه وكذلك درجة حراره الجو ووجود غازات لها رائحه نفاذه فمثلاً جودة الأعمال تكون أقل فى حالة هطول الأمطار .

وتشمل الحاله الإقتصادية التى تؤثر تأثير مباشر على ظهور الإختلاف فى عناصر المشروع فوجود مركز مالى قوى للشركة يمكنها من تحسين كفائة ضبط الجوده بإستمرار وبالتالى يقل الإختلاف عكس لو أن الموقف الإقتصادى متدهور .

وتشمل الكفائة الإدارية للشركة : فكلما كانت الكفاءات الإدارية فى الشركة متوفره حدث إنضباط وعرف كل مسئول المطلوب منه وينعكس هذا على مجالات التوريد والعماله والمهندسون ودوال التنفيذ المختلفه مما يقلل من الإختلاف .

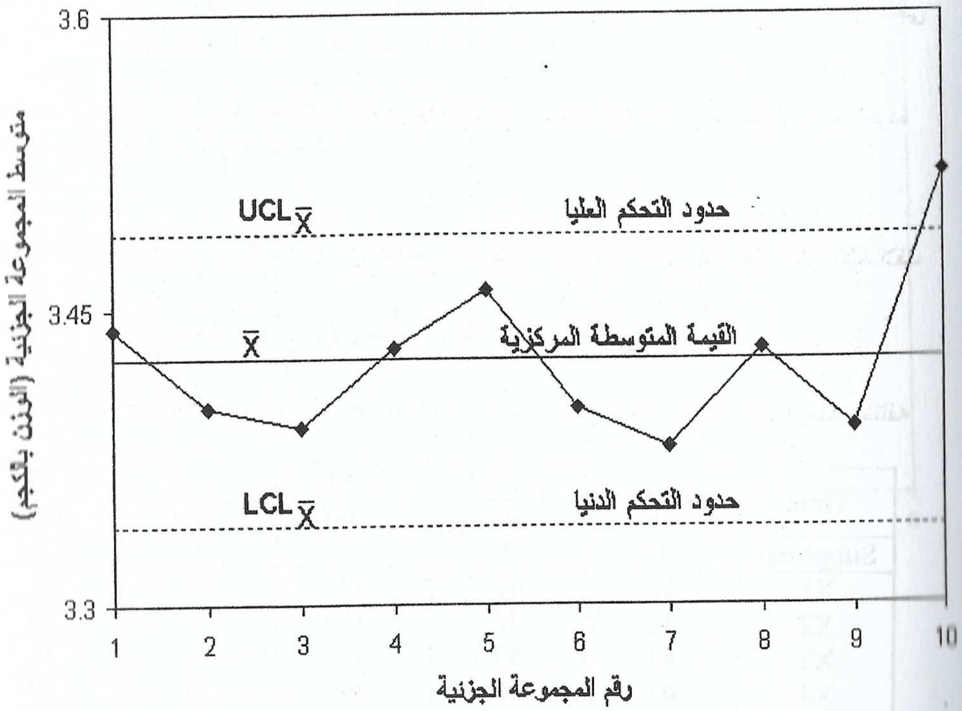
3 - 2 منحنيات ضبط الجوده للمتغيرات : Control charts for variables

1-2-3 عام :

الدوال السابقة مع بعضها تؤثر على الإختلاف فى التنفيذ وكلما كان الإختلاف فى الظروف العادية فإنه يمكن التحكم فيه ولكن هناك ظروف معينة وأسباب خارجة تجعل التغير كبير وفى هذه الحاله يكون التغير خارج التحكم كأن يحدث خطأ فى ماده من المواد كأن يكون الأسمنت مورد به نقص فى C_3S فى بعض شكائره .

2-2-3 التعريف بمنحنى التحكم : The control chart method

يتم استخدام الإختلاف فى الإنتشار فى المتغير Dispersion of observation أو فى الإتجاه المركزى Centrol tendency لتحليل النتائج للحكم على جودة العمل .



شكل رقم (3-1) يسمى منحنى تحكم للمتوسط $\bar{X}$ ويستخدم للحكم فى التغير فى المتوسط .

وهناك عدة منحنيات تحكم مثل منحنى المدى (Range) و منحنالوسيط X med (Median) وغيرها والشكل رقم (3-1) يوضح منحنى التحكم للمتوسط ويلاحظ أن محور س يمثل رقم المجموعه الجزئيه حيث يتم أخذ العينات على هيئة مجموعة عينات (ثلاثه أو أربعه أو أكثر) . يتم قياس المتغير عليها (وزن أو مقاومة) . أما محور ص فيمثل متوسط نتائج المجموعه الجزئية الواحده فبفرض أننا نريد رسم منحنى ضبط جوده لمتوسط وزن طوب خفاف كما بشكل رقم (3-1) .

فإن المحور الأفقى يمثل رقم المجموعة الجزئية على الترتيب ومحور ص للمجموعة الأولى عباره عن متوسط 4 قراءات للأوزان والثانية متوسط أربعة وهكذا فالمجموعه رقم (5) عباره عن قراءات أوزان 3.46 ، 3.49 ، 3.45 ، 3.44 بمتوسط 3.46 توقع عند المجموعة الخامسه ويتم توقيع المتوسط بدلاً من القيم المفرده حيث أن القيم المتوسطه سوف تبين وتوضح الإختلاف أسرع . أما الإختلاف داخل المجموعة فيمكن التعبير عنها داخلياً بواسطة حساب مدى المجموعه أو إنحرافها المعيارى .

والخط المتصل بالشكل يمثل القيمة المركزية التى تمثل المتوسط أما الخطين الغير متصلين يمثلان الحدود الدنيا والسفلى للتحكم . وحدود التحكم تكون متوقفه على المواصفات . وعموماً فإن حدود الجوده تستخدم لتقييم الإختلاف فى الجوده من مجموعه جزئية الى الأخرى .

بناء على منحنى التوزيعى العادى Normal distribtion فإن المنحنى المحدود بـ $+3\sigma$ ، -3σ يغلف 99.73% من العينات وبالتالى 997 من ألف سوف يشملون قيم المجموعات الجزئية وبالتالى يكون الإختلاف يمكن التحكم فيه Under control .

وتستخدم منحنيات ضبط الجوده لوضعها فى أماكن إنتاج وحدات التشييد فى المصانع لضبط جودة المنتج أو لوضعها فى الموقع أثناء التنفيذ .

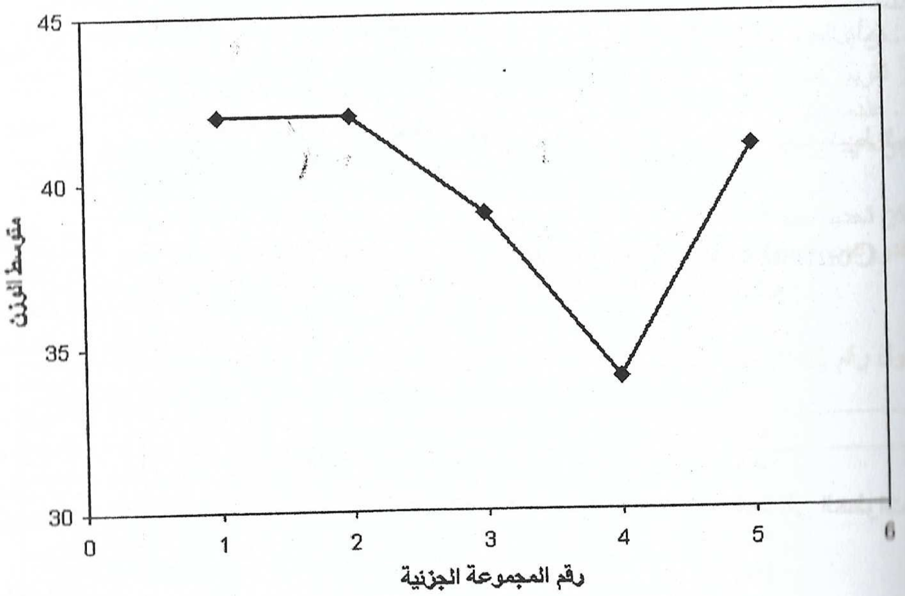
وغالباً ما يستخدم منحنى المتوسط $\overline{X}$ للحكم على المركزية ومنحنى المدى R للحكم على الإختلاف

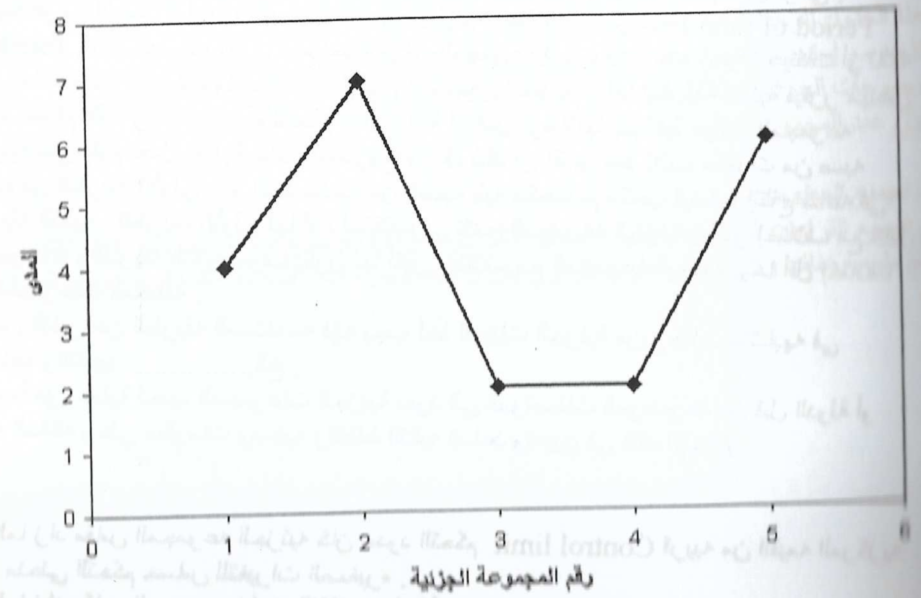
وشكل رقم (3-2) وجدول رقم (3-1) يوضحان مثال من أحد مصانع الطوب .

جدول رقم (3-1) قيم المجموعات الجزئية لمقاومة ضغط الطوبه (بالكجم /سم²) عند أزمنه مختلفه

Time	$8\frac{31}{AM}$	$9\frac{30}{AM}$	$10\frac{40}{AM}$	$11\frac{50}{AM}$	$1\frac{30}{PM}$
Subgroup	1	2	3	4	5
X1	45	41	38	35	44
X2	42	42	39	33	40
X3	41	47	40	35	38
X4	43	40	39	33	39
Summ	171	170	156	136	161
$\overline{X}$	42.8	42.5	39	34	40.25
R	4	7	2	2	6

حيث تم عمل Check كل ساعه على خط الإنتاج وتم أخذ عينات جزئية (4 عينات) وتم إختبارها فى الضغط وتم ايجاد متوسط المقاومة $\overline{X}$ للمجموعه الجزئيه ثم الإختلاف بين أعلى وأدنى قيمه R (المدى) ثم رسمنا تلك العلاقه على هيئة منحنين :
المنحنى الأعلى هو منحنى التحكم للمتوسط للحكم على القيم المركزيه والمنحنى الأسفل هو منحنى التحكم للمدى للحكم على إنتشار النتائج داخل المجموعه التاليه وسنتناول فى البنود التاليه كيفية إنشاء هذه المنحنيات التى تعبر عن ضبط جودة مواد البناء من طوب وبلاط وغيرها والتى يمكن إختبار عدد عينات لابأس به ويمكن عن طريقها إستبعاد الوحدات الخارجه عن حدود التحكم بدون وقوع خسائر للمنشأ أو على المالك .
وسنتعرف فيما بعد على طرق تحديد حدود التحكم العليا والدنيا .





شكل رقم (3-2) منحنى ضبط الجوده للمقاومة المتوسطه والمدى للطوب .

Purpose of control charts :

إن استخدام منحنى ضبط الجوده يحقق الأغراض التالية :

1 - يمدنا بالمعلومات اللازمة لأخذ القرار للوحدات التى يتم إنتاجها أو تشييدها أى أنة يمثل أحد روافد المعلومات المساعده .

2 - يمدنا بمعلومات لتوجيه طرق التشييد وعمل التعديلات اللازمة .

3 - يمدنا بالمعلومات اللأزمه لتطوير المواصفات الموضوعه للإنتاج والتشييد وعمليات ضبط الجوده .

3 - 3 طرق إنشاء منحنى التحكم : Control chart techniques

من أجل إنشاء منحنى تحكم مزدوج للمتوسط $\overline{X}$ وللمدى R نستعمل الخطوات التالية :

1 - نختار خاصية التحكم .

2 - نختار المجموعات الجزئية .

3 - تجميع المعلومات .

4 - نوجد الحدود التجريبيه للتحكم .

5 - نوجد حدود التحكم المختاره النهائيه .

ويمكن استخدام نفس الإسلوب لمنحنى التحكم بواسطة $\overline{X}$ ، σ وسوف نتناول فيما يلى الخطوات السابقه .

1 - إختيار خاصية التحكم : Select the quality charachteristic .

يجب إختيار متغير فى الوحده الإنشائيه المنتجه أو المشيده للتعبير عن عملية ضبط الجوده مثل المقاومة أو الوزن أو الطول أو الصلاده ....الخ . وقد يوجد عدد كبير من الخصائص وعلينا أن نختار الخاصيه الأكثر أهمية والأكثر تأثيراً على المنشأ .

2 - إختيار المجموعات الجزئية : Choose the rational subgroup .

توجد طريقتين رئيسيتين لإختيار المجموعات الجزئيه التى تؤخذ لإجراء التحكم عليها وهى : طريقة الزمن اللحظى (instant –time method) وطريقة الفتره الزمنيه (Period of time method) . وفى الطريقه الأولى يتم أخذ العينات للمجموعه الجزئية الواحده (سواء عينتات أو ثلاثه أو أربعة عينات) فى وقت واحد أو فى أقرب وقت ممكن لبعضهم ، أما الطريقة الثانية فيقرر مهندس وحدة التحكم فتره زمنية متكرره للتحكم ككل ساعة أو إثنين وخلالها يتم أخذ عينات المجموعه الجزئية لكى يقوم بعمل تغطية شاملة للمشروع ومثال ذلك أن نقوم بأخذ ثلاث مكعبات من صبه واحده فى الطريقه الأولى ، أو نأخذ مكعب من الصبه يليه مكعب ثم مكعب ليغطوا إنتاج ساعه فى الطريقه الثانيه . الطريقه الأولى لها أقل إختلاف فى نتائج المجموعه الجزئيه وأكبر إختلاف مع كامل المجموعات والطريقه الثانيه سوف يكون لها أكبر إختلاف مع المجموعه الواحده بينما أقل إختلاف مع المجموعات المختلفه .

وبغض النظر عن الطريقه المستخدمه فإنه يجب أخذ العينات الجزئية من وحدات متشابهه فى الصناعه والتشييد ....الخ .

وعموماً فإن عملية تحديد المجموعات الجزئية تعود الى المواصفات الموضوعه من قبل الدولة أو الهينه المالكه وعلى معلومات وصفيه والنقاط التاليه تساعد وتعيين فى ذلك الإختيار .

1 - كلما زاد مقاس المجموعه الجزئيه كان حدود التحكم Control limit قريبه من القيمه المركزيه وكان منحنى التحكم حساس للتغيرات الصغيره .

2 - كلما زاد مقاس المجموعه زادت التكلفه وعلينا أن نوازن بين زيادة التكلفه وتحسن التحكم .

3 - إذا أستخدمت الإختبارات الغير متلفه للتحكم فإن المجموعه الجزئيه قد يكتفى فيها بعينتين أو ثلاث عينات .

4 - إن إستخدام مجموعات جزئيه تتكون من 4 عناصر أو أكثر يجعل التوزيعى لمتوسط المجموعات $\overline{X}$ تقريباً عادى (Normal) .

5 - عندما يكون المجموعه الجزئيه كبير ويتعدى 10 فإن منحنى الإنحراف المعيارى (σ) لضبط الجوده يمكن استخدامه .

يمكن تحديد عدد المجموعات الجزئيه عن طريق حصر عدد الوحدات المنتجه أو حجم التشييد للموقع ويقدر عدد التجارب المطلوبه من الجدول التالى (3-2) الإسترشادى والموصى به من MIL-STD .

جدول رقم (3-2) عدد عينات الإختبار اللأزمة لتفتيش معتاد .

عدد الوحدات	عدد العينات
110 - 66	10
180 - 311	15
300 - 181	25
500 - 301	30
800 - 501	35
1300 - 801	40
3200 - 1301	50
8000 - 3201	60
22000 - 8001	85

و هذا الجدول للوحدات المنتجه ونرى فى مراحله الأولى حتى 1000 وحده أنه يمكن تطبيقه على التشييد مع إستخدام الخبره فيه . ونحدد قيمة عدد التجارب فى المجموعه الجزئيه ثم نحسب عدد المجموعات الجزئية فمثلاً لوكان عندنا 280 وحده فإننا سنختبر 25 وبفرض أن عدد الوحدات 3 يكون عدد المجموعات الجزئية 8

3 - تجميع المعلومات :

يتم تجميع القراءات لكى يتم تحليلها والمثال التالى يوضح مثال لمصنع داخل إحدى شركات التشييد لانتاج طوب خفاف وكان وزن الطوبه يتراوح بين 6 كجم وجرامات زائده عنه كما فى جدول رقم (3-3)

جدول رقم (3-3) قراءات وزن الطوبه الخفيفه (القراءات يضاف اليها 6 كجم) .

المجموعه الجزئيه	التاريخ	الزمن س - د	الوزن 1	الوزن 2	الوزن 3	الوزن 4	المتوسط $\overline{X}$	المدى R Range $\overline{X}$	ملاحظات
1	11/23	50 - 8	33	32	40	35	6.35	0.08	
2		30 -11	41	36	37	46	6.40	0.10	
3		45 - 1	36	34	40	34	6.36	0.06	
4		45 - 3	59	68	64	69	6.65	0.10	عامل جديد مؤقت
5		20- 4	40	44	34	38	6.39	0.10	
6	11/27	35 - 8	34	43	41	42	6.40	0.09	
7		00 - 9	46	41	41	44	6.43	0.05	
8		40 - 9	36	38	41	33	6.37	0.08	خط زيت معطل
9		30 - 1	51	49	52	48	6.50	0.04	
10		50 - 2	42	36	43	47	6.42	0.11	
11	11/28	30- 8	38	39	41	38	6.39	0.03	
12		35 - 1	37	41	37	37	6.38	0.04	
13		25 - 2	35	47	38	40	6.40	0.12	
14		35 - 2	42	45	39	38	6.41	0.07	
15		55 - 3	45	43	42	50	6.45	0.08	
16	11/29	25 - 8	39	29	35	33	6.34	0.10	
17		25 - 9	34	29	40	41	6.36	0.12	
18		00 - 11	58	28	44	38	6.42	0.30	
19		35 - 2	38	37	32	33	6.35	0.06	مادة رديئة
20	11/30	15 - 3	48	45	55	56	6.51	0.11	
21		35 - 9	37	45	40	38	6.40	0.08	
22		20- 10	40	35	42	39	6.39	0.07	
23		35 -11	36	39	39	42	6.39	0.06	
24		00- 2	38	35	36	43	6.38	0.08	
25		25 - 4	44	43	38	39	6.41	0.06	
							المجموع 160.25	المجموع 2.19	

- الخاصية التى تم اختيارها للتحكم هو وزن الطوبه مثلاً وتم إختبار 25 مجموعه جزئية وكل مجموعه بها 4 قراءات وتم حساب الوزن المتوسط $\overline{X}$ للأربعه عينات ثم تم حساب R لكل مجموعه بواسطة طرح أكبر وأصغر قيمتين . ثم تم تجميع جميع المتوسطات والمدى .

4 - إيجاد الحدود التجريبيه للتحكم : *Determine the trial control limit*

يتم حساب القيمة المتوسطه المركزية $\overline{\overline{X}}$ ويتم حساب متوسط المدى للمجموعات الجزئية $\overline{R}$ (انظر شكل (3-3).

$$\overline{\overline{X}} = \sum_{j=1}^{m} \frac{\overline{X}j}{m} \qquad \text{And} \qquad \overline{R} = \sum_{j=1}^{m} \frac{Rj}{m}$$

حيث $\overline{X}j$ متوسطة المجموعه الجزئية رقم j .

كما سبق وذكرنا أن القيم المحصورة بين القيم المركزية و $\pm 3\sigma$ تمثل أكثر من 97% من القيم وماهو داخل هذا الخط يكون فى حدود التحكم وماهو خارجه يكون خارج حدود التحكم Out of control.

حدود التحكم العليا للمتوسط

$$Ucl \ \overline{X} = \overline{\overline{X}} + 3\sigma_X$$

حدود التحكم الدنيا للمتوسط

$$Lcl \ \overline{X} = \overline{\overline{X}} - 3\sigma_X$$

الإنحراف المعيارى لمتوسط المجاميع = σ_X

ويمكن حسابه من تسهيلات الإحصاء حيث يحسب من العلاقه :

$$3\sigma\chi = A2\overline{R}$$

حيث تم حساب σX كداله من متوسط المدى ($\overline{R}$) ومعامل إحصائى A2.

$$\therefore UCL \ \overline{X} = \overline{\overline{X}} + A2\overline{R}$$

$$LCL \ \overline{X} = \overline{\overline{X}} - A2\overline{R}$$

حدد التحكم للمدى تحسب كما يلى :

الحد الأعلى

$$UCLR = D4\overline{R}$$

الحد الأدنى

$$LCLR = D3\overline{R}$$

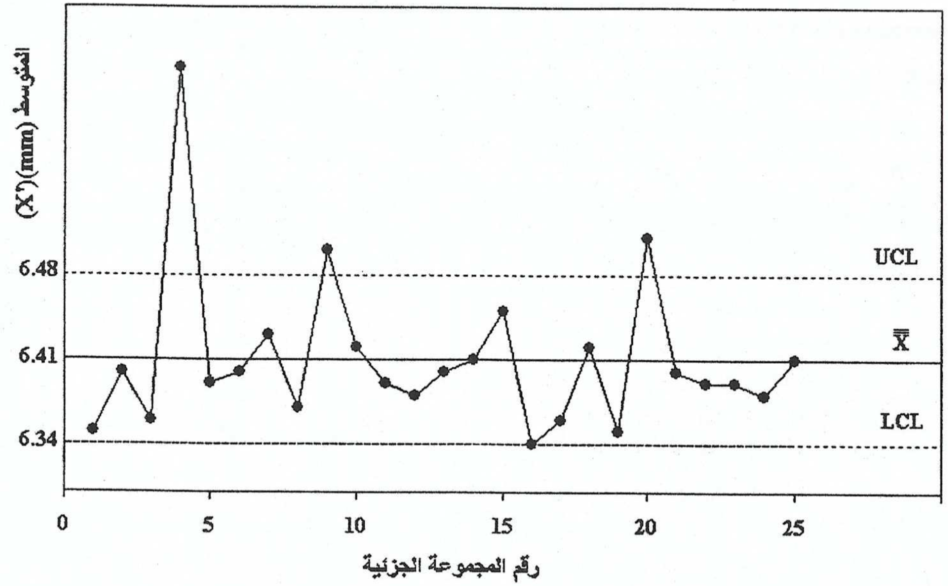
حيث A2 ، D3 ، D4 عوامل تعتمد على مقاس العينات وتؤخذ من جدول B فى نهاية الكتاب.

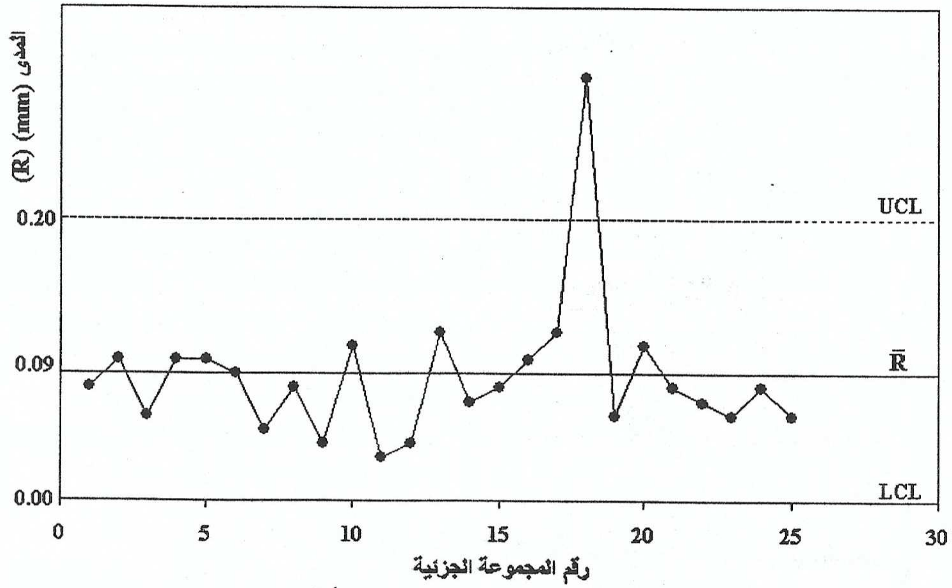
مثال :

فى حالة أخذ مقاس المجموعة الجزئية تجربتين أو ثلاثة أو ستة فإن الحد الأعلى قيمه تكون كما يلى :

Size	Ucl $\overline{X}$
2	$\overline{\overline{X}} \pm 1.88\overline{R}$
3	$\overline{\overline{X}} \pm 1.033\overline{R}$
6	$\overline{\overline{X}} \pm 0.483\overline{R}$

فنلاحظ أن زيادة المقاس تجعلنا نقلل الإختلاف للحد .





شكل رقم (3 - 3) حدود التحكم الأوليه

وللمثال السابق يمكن تحديد حدود التحكم التجريبية كما يلى .

$$\bar{\bar{X}} = \frac{16025}{25} = 6.41 Kg$$

$$\bar{R} = \frac{2.19}{25} = 0.09 Kg$$

Size of subgroup = 4 from table B.

A2	D3	D4
0.729	0.0	2.282

حدود تحكم المتوسط .

$$UCL\ \bar{X} = \bar{\bar{X}} + A2\bar{R} = 6.41 + 0.729\,(0.09) = 6.48\,Kg$$

$$LCL\ \bar{X} = \bar{\bar{X}} - A2\bar{R} = 6.41 - 0.729\,(0.09) = 6.34\,Kg$$

حدود تحكم المدى .

$$UCL\ \bar{R} = D4\bar{R} = 2.82(0.09) = 0.2Kg$$

$$LCL\ \bar{R} = 0(0.09) = 0.0$$

يتم رسم منحنى التحكم لـ $\bar{\bar{X}}$ & $\bar{R}$ مع حدوديهما كما فى شكل (3-3).

5 - إيجاد حدود التحكم المعدلة النهائية σ' ، $\bar{X}'$

يعتبر العمل جيد التحكم اذا لم تخرج القيم عن حدود التحكم الأوليه واذا كان توزيع الوحدات حول الخط المتوسط جيد وبالنظر للمثال الموجود .

نلاحظ أن المجموعات 4 ، 9 ، 20 خرج متوسطها عن الحدود وكذلك المجموعه 18 خرج مداه عن الحدود وعند مراجعة تلك المجموعات وجد أنة كان هناك أسباب خارجية .

* فى حالة مايكون التحكم جيد فاننا نعتمد قيمة $\bar{\bar{X}}$ المحسوبة كقيمة المتوسط القياسى $\bar{X}' = \bar{\bar{X}}$ ويكون الإنحراف فى المدى $\bar{\sigma} = \frac{R}{d2}$

حيث d_2 معامل يتوقف على مقاس المجموعة الجزئية ويحدد من جداول خاصه .

- فى حالة مايكون هناك نقط خارجه عن حدود التحكم الأولية واذا كان الوحده المعامله هى وحدة إنتاجيه وليست خرسانه إنشاء فاننا يجب علينا إستبعاد هذه النقاط الخارجه فى الوحدات القادمة ومعالجة أسباب الضعف وبالتالى يكون .

$$\bar{\bar{X}}_{new} = \frac{\Sigma \bar{\bar{X}} - \bar{X}d}{m - md} \qquad\qquad \bar{R}_{new} = \frac{\Sigma \bar{R} - Rd}{m - md}$$

حيث $\bar{X}d$ ، Rd هما متوسط المجموعات المستبعده (Discarded subgroup) فى المثال السابق بمراجعة المجموعات 4 ، 9 ، 20 نجدها خارجه والمجموعه رقم 9 نجد أنها بسبب عطل فى خط الزيت وهو عطل محتمل صعب ملاشاته تماماً لذلك لانستطيع إلغائه أما السببان الآخران فيمكن التحكم فيهما ولذلك سنلغيهما .

$$\therefore \bar{\bar{X}}_{new} = \frac{160.25 - [6.65 + 6.51]}{25 - 2} = 6.4Kg$$

$$\therefore \bar{R}_{new} = \frac{2.19 - 0.3}{25 - 1} = 0.079\,Kg$$

حيث تم إستبعاد نتيجة واحده وهى النتيجه الخارجه فى R فقط ولم تستبعد الباقى .

$$\therefore \bar{X}' = \bar{\bar{X}}_{new} = 6.40$$

$$\bar{\sigma} = \frac{\bar{\bar{R}}_{new}}{d\,2} \qquad \text{for table B} \quad d2 = 2.059$$

$$\bar{\sigma} = \frac{\bar{\bar{R}}}{d2} = \frac{0.079}{2.059} = 0.038\,Kg$$

$$UclX = \bar{X}' + A\bar{\sigma} \qquad LclX = \bar{X}' - A\bar{\sigma}$$

$$UclR = D_2\,\bar{\sigma} \qquad L_{cl} = D_1\,\bar{\sigma}$$

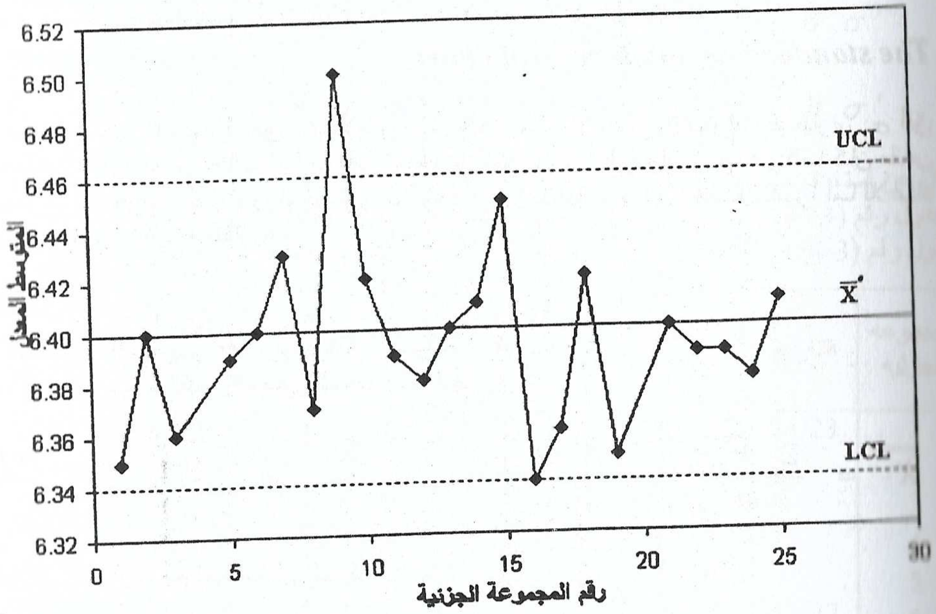
$$Lc_{lx} = 6.40 - (1.5)(0.038) = 6.34\,mm$$

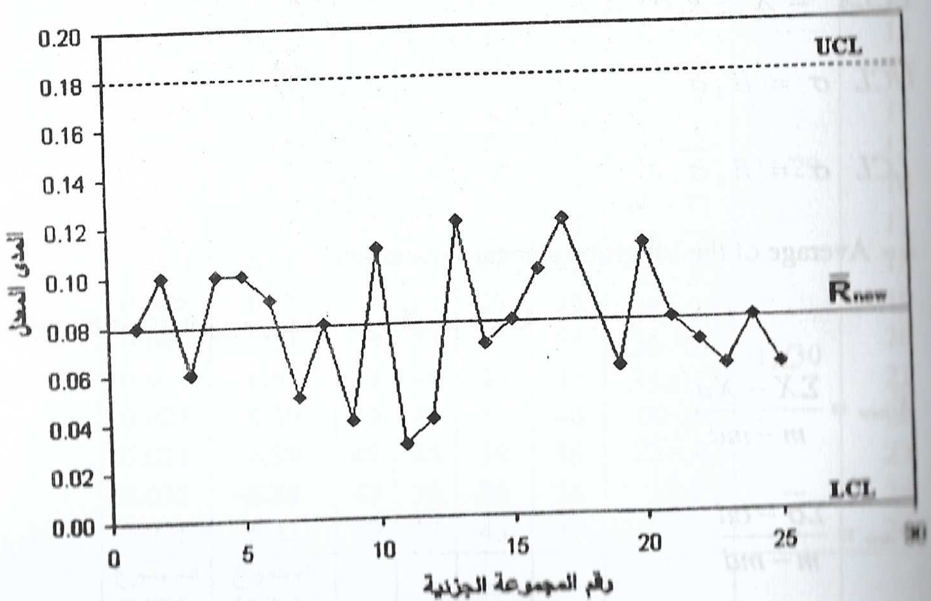
$$U_{cl} = 6.40 + 1.5(0.038) = 6.46mm$$

(A=1.5 d2 = 2.059 D1= 0.0 D2 = 4.698)

UclR = 4.698(0.038) = 0.18 LclR = 0.0 (0.038) = 0.0

ويلاحظ أن النقاط تدخل فى الحدود وكلما أزلنا أسباب النقاط البعيده عن حدود التحكم تتقارب النقاط من المتوسط وتتحسن الجودة. ويمكن تتبع ذلك من شكل (3-4).





شكل رقم (3 - 4) حدود التحكم المعدله

4 - 3 منحنى ضبط الجوده بإستخدام الإنحراف المعيارى

The standard devotion control chart .

ان استخدام منحنى المدى السابق ذكره يعتبر سهل ولكن إستخدام منحنى الإنحراف المعيارى σ أدق لأنه يأخذ نتائج المجموعه الجزئية بالكامل بينما R يأخذ نتائج أعلى وأدنى قيمه وكلما كان مقاس المجموعات الجزئيه أكبر من أو يساوى عشره يكون إستخدام σ أدق وأفضل كثيراً أما للأعداد الصغيره فتكون النتيجه متقاربه .

وتتلخص القواعد فى .

أ - حساب σ لكل مجموعه جزئية وكذلك المتوسط $\overline{X}$.

ب - يحسب متوسط القيمه لإجمالى المجموعات الجزئية .

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\Sigma \overline{X}\ j}{m} \qquad \overline{\sigma} = \frac{\Sigma\ \sigma j}{m}$$

يطبق فى القانون العام لحساب σ الجزئى .

ج - يتم حساب حدود التحكم للمتوسط وللإنحراف المعيارى σ.

$$UCLX = \overline{\overline{X}} + A_1\overline{\sigma}$$

$$LCLX = \overline{\overline{X}} - A_1\overline{\sigma}$$

$$UCL\ \sigma = B_4\overline{\sigma}$$

$$LCL\ \sigma = B_3\overline{\sigma}$$

$\overline{\sigma}$ = Average of the subgroup standard deviation .

د - يتم إستبعاد العينات الغريبه وحساب حدود التحكم المعدلة .

$$\overline{X}_{new} = \frac{\Sigma\overline{X} - \overline{X}d}{m - md}$$

$$\overline{\sigma}_{new} = \frac{\Sigma\overline{\sigma} - \sigma d}{m - md}$$

$$UCL\ \overline{X} = \overline{X}_{new} + A\sigma' \qquad UCL\ \sigma = B_2\sigma'$$

$$LCL\ \overline{X} = \overline{X}_{new} - A\sigma' \qquad LCL\ \sigma = B_1\sigma'$$

مثال عن إستخدام منحنيات ضبط الجودة للمتوسط والإنحراف المعيارى .

وجدول رقم (3 - 4) يوضح مثال لنتائج وزن طوبه خفيفه طبقاً للمتوسط والإنحراف المعيارى .

جدول رقم (3-4) قراءات وزن الطوبه الخفيفه (القراءات يضاف اليها 6 كجم) .

المجموعه الجزئيه	التاريخ	الزمن س - د	الوزن 1	الوزن 2	الوزن 3	الوزن 4	المتوسط $\overline{X}$	الإنحراف المعيارى σ	ملاحظات
1	11/23	50 - 8	33	32	40	35	6.35	0.031	
2		30 -11	41	36	37	46	6.40	0.036	
3		45 - 1	36	34	40	34	6.36	0.023	
4		45 - 3	59	68	64	69	6.65	0.039	عامل جديد مو
5		20- 4	40	44	34	38	6.39	0.036	
6	11/27	35 - 8	34	43	41	42	6.40	0.035	
7		00 - 9	46	41	41	44	6.43	0.021	
8		40 - 9	36	38	41	33	6.37	0.032	
9		30 - 1	51	49	52	48	6.50	0.016	خط زيت مع
10		50 - 2	42	36	43	47	6.42	0.039	
11	11/28	30- 8	38	39	41	38	6.39	0.012	
12		35 - 1	37	41	37	37	6.38	0.017	
13		25 - 2	35	47	38	40	6.40	0.044	
14		35 - 2	42	45	39	38	6.41	0.025	
15		55 - 3	45	43	42	50	6.45	0.031	
16	11/29	25 - 8	39	29	35	33	6.34	0.036	
17		25 - 9	34	29	40	41	6.36	0.048	
18		00 - 11	58	28	44	38	6.42	0.109	
19		35 - 2	38	37	32	33	6.35	0.025	
20	11/30	15 - 3	48	45	55	56	6.51	0.040	مادة رديئة
21		35 - 9	37	45	40	38	6.40	0.031	
22		20- 10	40	35	42	39	6.39	0.025	
23		35 -11	36	39	39	42	6.39	0.021	
24		00- 2	38	35	36	43	6.38	0.031	
25		25 - 4	44	43	38	39	6.41	0.025	
							المجموع 160.25	المجموع 0.828	

يحسب متوسط القيم كما يلى :

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\Sigma \times j}{m} = 160.25/25 = 6.41mm$$

يطبق فى القانون العام لحساب σ الجزئى لكل مجموعة كما فى جدول رقم (3 - 4) وكمثال المجموعه الجزئيه الأولى لها

$$\sigma = \sqrt{\frac{0.02^2 + 0.03^2 + 0.05^2}{4}}$$

ويحسب الإنحراف المعيارى المتوسط كما يلى :

$$\overline{\sigma} = \frac{\Sigma \sigma j}{m} = 0.828/25 = 0.033 \quad mm$$

Size of subgroup = 4 for table B.

A1	B3	B4
1.88	0.0	2.266

حدود تحكم المتوسط .

$$UCL\ \overline{X} = \overline{\overline{X}} + A1\overline{\sigma} = 6.41 + 1.88(0.033) = 6.47\,Kg$$

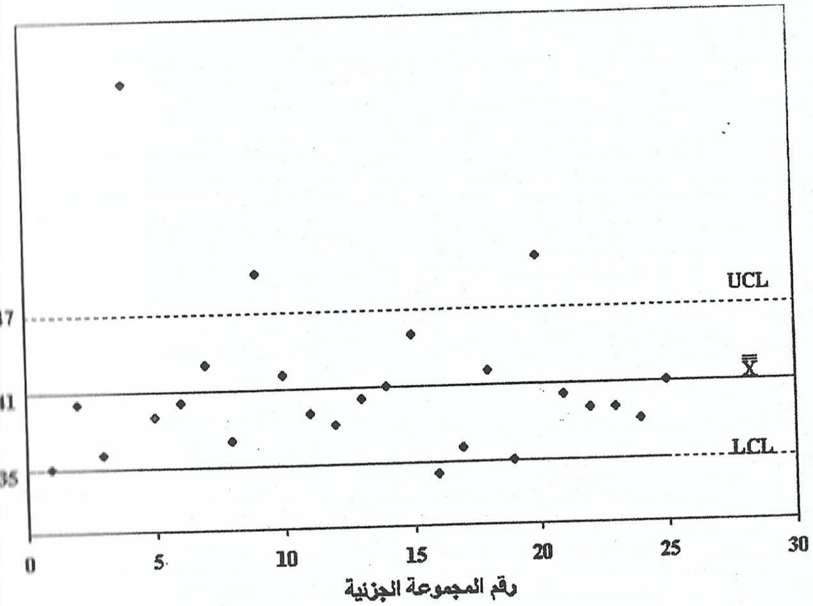
$$LCL\ \overline{X} = \overline{\overline{X}} - A1\overline{\sigma} = 6.41 - 1.88(0.033) = 6.35\,Kg$$

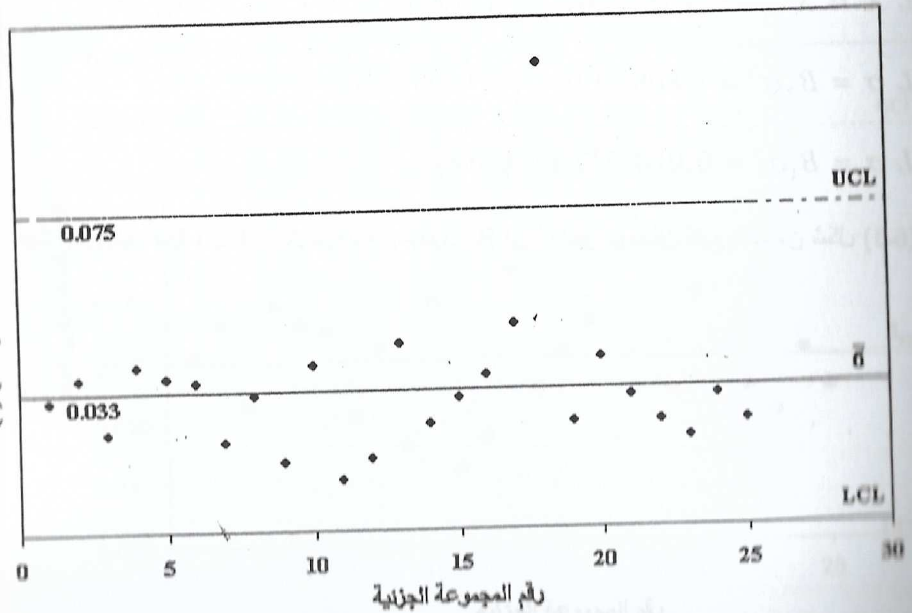
حدود تحكم الإنحراف المعيارى .

$$UCL\ \sigma = B4\overline{\sigma} = 2.266(0.033) = 0.075\,Kg$$

$$LCL\ \sigma = 0(0.033) = 0.0$$

يتم رسم منحنى التحكم لـ $\overline{\overline{X}}$ & $\overline{\sigma}$ مع حدوديهما كما فى شكل (3-5) .





شكل (3-5) الحدود الإبتدائية للمتوسط والإنحراف المعيارى

د ـ يتم إستبعاد العينات الغريبه وحساب حدود التحكم المعدلة .

$$\bar{X}_{new} = \frac{\Sigma\bar{X} - \bar{X}d}{m - md} = \frac{160.25 - 6.65 - 6.51}{25 - 2} = 6.4Kg$$

$$\bar{X}' = \bar{\bar{X}}_{new} = 6.4$$

$$\bar{\sigma}_{new} = \frac{\Sigma\bar{\sigma} - \sigma d}{m - md} = \frac{0.828 - 0.109}{25 - 1} = 0.03Kg$$

$$\sigma' = \frac{\bar{\sigma}_{new}}{C_2}$$

تحدد قيمة C_2 من جدول B فى الفهرست ومنها $0.797 = C_2$

$$\sigma' = \frac{\bar{\sigma}_{new}}{C_2} = \frac{0.03}{0.7979} = 0.037 \quad Kg$$

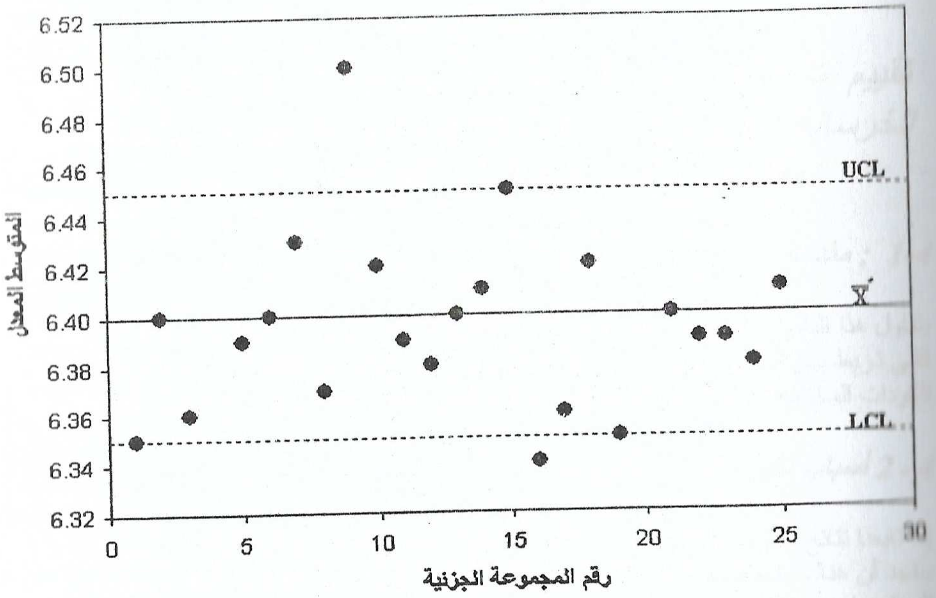
$$UCL\ \bar{X} = \bar{X}'_{new} + A\sigma' = 6.40 + 1.500\,(0.036) = 6.45\,Kg$$

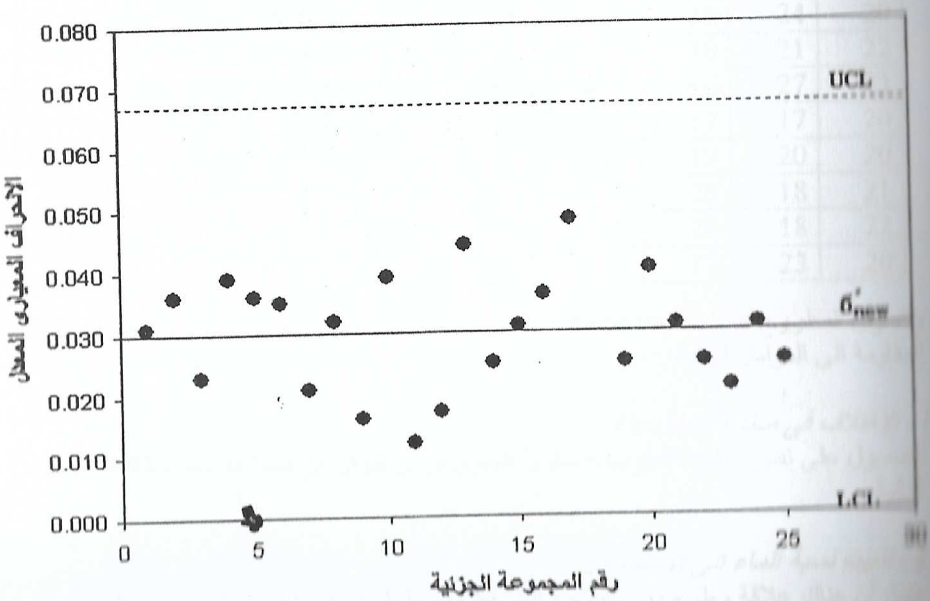
$$LCL\ \bar{X} = \bar{X}'_{new} - A\sigma' = 6.40 - 1.500\,(0.036) = 6.35\,Kg$$

$$UCL\ \sigma = B_2\sigma' = 1.808\,(0.037) = 0.067\,Kg$$

$$LCL\ \sigma = B_1\sigma' = 0.0(0.037) = 0.0Kg$$

حيث الثوابت B1 ، B2 ، A تؤخذ من جدول B فى الملحق. ويمكن تتبع ذلك من شكل (6-3).





شكل (6-3) حدود المتوسط والإنحراف المعيارى المعدله

الباب الرابع

تقييم نتائج اختبارات مقاومة الضغط للخرسانة طبقاً لطريقة معهد الخرسانة الأمريكى77-214- ACI والكود المصرى والعلاقة بين مقاومة تصميم الخلطة والمقاومة المميزة للمبنى

4-1 : مقدمة .

يتناول هذا الباب دراسة تغير مقاومات الخرسانة فى المواقع ، وكيفية تحليلها إحصائياً ، والمعايير التى تربط بين المقاومة المميزه لتصميم المبنى ومقاومة تصميم الخلطة ، والعلاقه بينهما طبقاً للكودات المختلفه ، ومنحنيات ضبط جودة مقاومة الخرسانة ، وأسس قبول ورفض هذه المقاومات

4 - 2 أسباب تغير مقاومة الخرسانة :

إذا تابعنا نتائج مقاومة ضغط الخرسانة لمجموعة من المكعبات الخرسانية المأخوذه من مشروع ما نجد أن هناك إختلاف فى قيم المقاومات تلك بعضها عن بعض وهذا الإختلاف حدث رغم أن الموقع واحد ويتضح ذلك من القيم المبينة فى جدول رقم (4-1) والتى تمثل نتائج 100 مكعب خرسانى .

جدول رقم (4-1) مقاومة الضغط لمجموعة من اختبارات المكعبات الخرسانية (Mpa)

21	19	22	25	20	18	19	20	22	20
22	17	20	24	18	19	20	15	24	21
26	20	23	20	17	20	22	15	24	20
18	16	23	20	22	20	22	18	21	22
23	19	18	22	18	17	22	16	27	23
16	18	19	25	19	19	20	17	17	20
18	17	22	17	21	24	19	19	20	20
28	22	19	21	20	24	20	20	18	21
18	17	23	18	20	24	18	20	18	22
19	18	20	16	18	23	25	17	23	20

والسؤال المطروح هو لماذا هذا الإختلاف فى المقاومة . قد أمكن إرجاع ذلك الإختلاف فى المقاومة الى العوامل التالية .

أ - الإختلاف فى صناعة الخرسانة .

للحصول على نفس مقاومة الخرسانة نظرياً المفروض أن تتوفر فى صناعة الخرسانة الشروط التالية

1 - تثبيت نسبة الماء الى الأسمنت :

حيث أن هناك علاقة وطيده بين مقاومة الضغط ونسبة الماء الى الأسمنت فيجب على المهندس العمل على تثبيت تلك النسبة وفى الحقيقة فإن هذا الأمر يعتبر سهل نسبياً فى حالة استخدام الخلاطات

الوزنية بينما فى حالة الخلاطات الحجمية يكون ذلك أصعب ومن المعلوم أن الركام المورد بالموقع تختلف نسبة رطوبته يومياً وخاصة فى الأيام الممطرة وعلى المهندس حسن تقدير نسبة الرطوبة

تلك وتصحيح نسب الخلط يومياً إن لزم الأمر وعلى قدر جودة تحكم المهندس فى التنفيذ يؤدى هذا العامل الى حدوث اختلاف فى مقاومة الخرسانة .

2 - تشابة شحنات الركام :

من المعلوم أن الركام يتم توريدة فى شحنات يومية واذا تشابهت واقتربت خواص ذلك الركام يكون التغير فى المقاومة أقل بينما اذا اختلف خواص الركام المورد فإن التغير يكون أكبر ولذلك على المهندس أن يعمل على تثبيت المحجر الذى يورد منه الركام خلال العملية وعلية أن يتابع بتجارب ضبط الجودة مدى اختلاف خواص الركام من تدرج ووزن حجمى ووزن نوعى وشوائب . ويساعد استخدام عدة مقاسات للركام الكبير فى الخلطة الواحدة فى الخلاطة الوزنية على ضبط الجودة .

3 - إختلاف خواص الأسمنت :

حيث تختلف خواص الأسمنت من شحنة لشحنة وخلال فترة التخزين الذى يجب أن يهتم بة المهندس وإذا زاد التخزين عن شهر من الإنتاج يجب إعادة الإختبار وعلى المهندس معايرة موازين الأسمنت بمحطات الخلط المركزيه .

4 - تشابة ظروف صناعة الخرسانة :

فيجب تثبيت دولاب (مجموعة) العمل من مهندسين ومشرفين وعمالة على قدر المستطاع .
وقد لوحظ أن طرق التشييد التقليدية يصاحبها اختلاف أعلى من طرق التشييد الحديثة حيث أن استخدام الخلاطات المركزية والمضخات والشدات المنزلقة والشدات النفقية والأوناش والهزازات عالية الكفائة قد حسن كثيراً من ضبط الجودة . وتلعب معالجة الخرسانة دور مهم فى اختلاف مقاومة الخرسانة وخاصة فى الظروف المختلفة .

5 - عوامل أخرى :

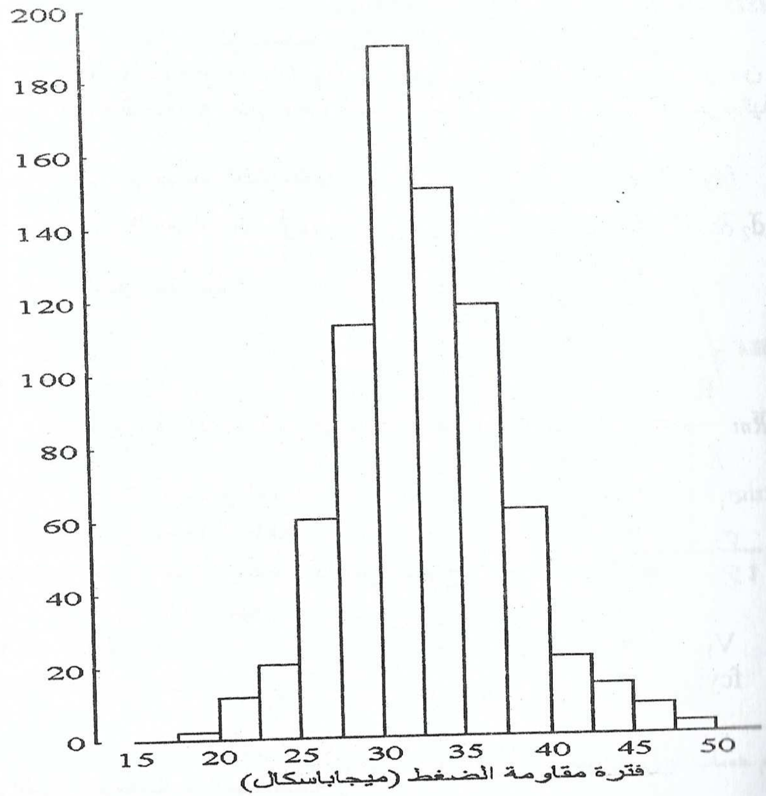
العومل الجوية تمثل عامل إضافى على المهندس وضعة فى الإعتبار فمثلاً الأجواء الحارة تحتاج الى إضافة ماء زائد للحصول على نفس الهبوط مما يؤثر على مقاومة الضغط والإضافات التى تضاف للخرسانة لتحقق هدف معين كتأجيل زمن الشك أو تعجيلة أو مقاومة الصقيع أو تحسين التشغيلية تمثل عامل إضافى قد يسبب الإختلاف فى مقاومة الخرسانة اذا حدث تغيير فى خواصها

ب - طرق الإختبار : *Testing Methods*

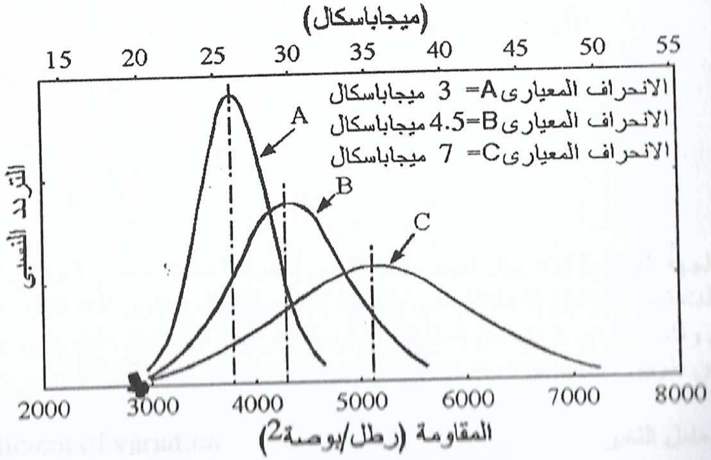
يجب على المهندس إتباع المواصفات فى أخذ العينات وتجهيز القوالب حيث يجب أن تستخدم قوالب قوية موافقة للمواصفات القياسية مع الإلتزام التام بطريقة إجراء الإختبار ومعدلات التحميل بدون تحريف والإهتمام بعمل تغطية جيدة (Capping) فى حالة إستخدام الإسطوانات حيث يجب أن يكون سمك التغطية صغير وتكون مادة التغطية ناعمة وقوية وعمودية على محور الإسطوانة .
كما يجب إستخدام ماكينة إختبار جيدة ومعايرة وذلك للحصول على نتيجة موثوق بها .

4 - 3 - التحليل الإحصائى لنتائج المقاومات :

يتم تجميع معلومات وقيم إختبارات الخرسانة التى يتم إجراؤها للمشاريع التى يقوم بها المقاول ويتم تحليلها إحصائياً كما جاء فى الباب الثانى ويتم رسم المدرج التكرارى والمضلع التكرارى ثم يتم الحكم عليها بالإضافة لحساب المتوسط الحسابى والإنحراف المعيارى ومعاير التغير وشكل رقم (1-4) يوضح مثال للمدرج التكرارى لمقاومات أحد المواقع وشكل رقم (2-4) يوضح مثال للمضلع التكرارى للمقاومة.



شكل رقم (1-4) يوضح مثال للمدرج التكرارى لمقاومات أحد المواقع



شكل رقم (2-4) يوضح مثال للمضلع التكرارى للمقاومة .

4 - 3 - 1 تحليل نتائج مقاومة الخرسانة

Anaylsis of concrete strength Data .

ولتحليل النتائج المأخوذه من الموقع سنستخدم الرموز التالية .
مقاومة الإسطوانة المتوسطة (fcyav) والتى تضمن أن لايقل مقاومة عدد معين من العينات المختبرة عن المقاومة التصميمية للمبنى وهذه المقاومة تستخدم فى تصميم الخلطة الخرسانية .

المقاومة المميزة التى يتم تصميم المنشأ عليها = fcy

عوامل تستخدم لحساب الإنحراف المعيارى خلال التجربة من المدى المتوسط . = d_2 & $\frac{1}{d_2}$

عدد الإختبارات = n

المدى = R

أقصى قيمة للمدى المتوسط والذى يستخدم فى منحنيات ضبط الجودة = $\bar{R}m$

المدى المتوسط = $\bar{R}$

الإنحراف المعيارى خلال الإختبار الواحد = σ_1

الإنحراف المعيارى من خلطة الى خلطة = σ_2

معامل يضرب فى σ ويعتمد على عدد التجارب المسموح أن تقل مقاومتها عن المقاومة التصميمية . = t

معامل التغير خلال الإختبار = V_1

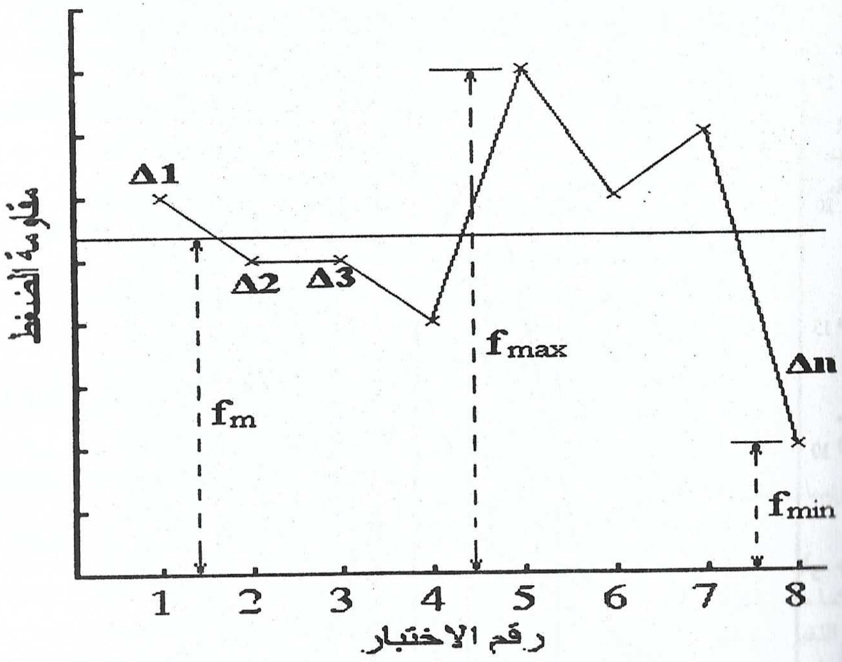
مقاومة الضغط لإختبار معين = fcyi

4-3-2 الدوال الإحصائية المستخدمة .

أ - المقاومة المتوسطة .

$$fcyav=\frac{fcy1+fcy2+.........fcyn}{n} \quad ....4-1$$

ب - الإنحراف المعيارى .



شكل رقم (4-3) العلاقه بين رقم الإختبار ومقاومة الضغط

يتم حساب فرق كل مقاومة عن المقاومة المتوسطة (الإنحراف)

$$\Delta i =(fcyi - fcyav)$$

فيكون σ هو الجذر التربيعى لمتوسط مربعات الفروق .

$$\sigma=\sqrt{(fcy_1-fcya)^2+\frac{(fcy_2-fcyav)^2}{n-1}+......+(fcyn-fcyav)^2}$$

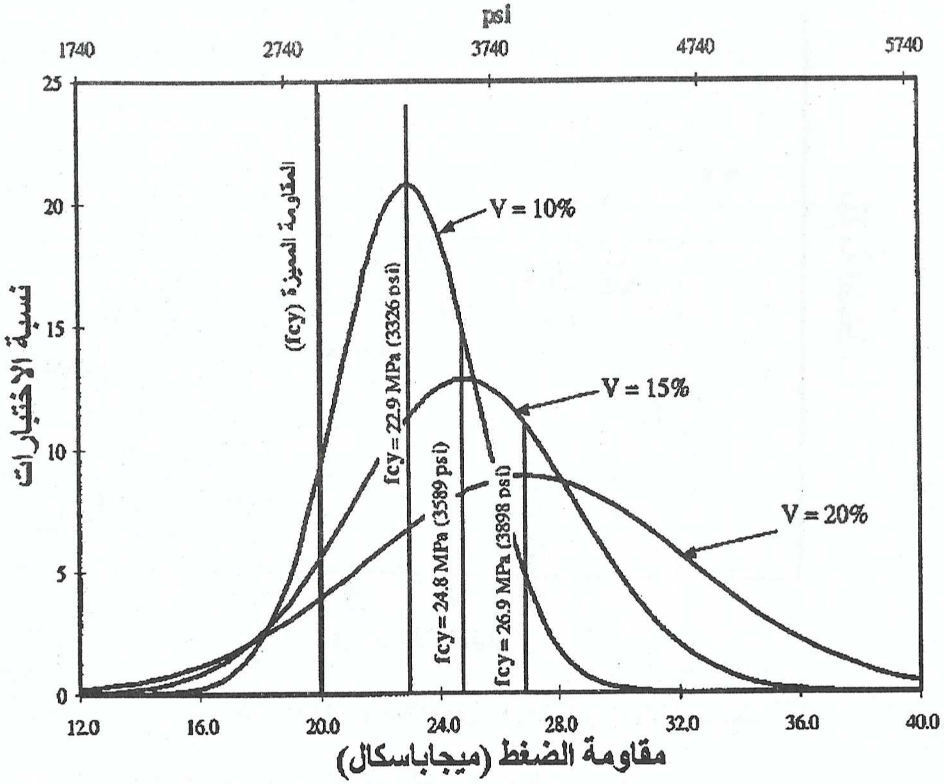
$$\sigma=\sqrt{\frac{\Delta1^2+\Delta2^2+..........\Delta n^2}{n-1}}$$

ومن الجهة الهندسية فانه يمثل نصف قطر تقوس المساحة تحت منحنى التوزيع الطبيعى وبالطبع كلما قلت قيمة σ فإن الإختلاف فى مقاومة الخرسانة يقل ويكون ذلك دليل على تحسن درجة التحكم وكلما كان σ قريب من المقاومة المتوسطة أو بعيد عنها يدل ذلك على جودة التحكم ويتم ذلك عن طريق حساب V .

جـ - معامل التغير

Ceofficient of variation

$$V = \frac{\sigma}{fcyav}\times 100$$



شكل رقم (4 – 4) تأثير إختلاف معامل التغير على إنتشار النتائج .

وشكل رقم (4-4) يمثل شكلاً تخطيطياً لثلاث نتائج ذات قيم مختلفة لمعاير التغير ويتضح منه أنه كلما قل V فإن المنحنى يكون رأسياً وغير منتشر فى الإتجاه الأفقى أى أن المقاومات تكون قريبة من المقاومة المتوسطة والعكس صحيح .
وقد قام معهد الخرسانه الأمريكى ACI لعام 1965 بإستخدام V للحكم على جودة التشييد ويتضح ذلك من جدول رقم
(3-4) .

جدول رقم (4-3) درجة التحكم ACI 214 – 65 .

درجة التحكم	معاير التغير V %			
	ممتاز	جيد	مقبول	ضعيف
التغير فى جميع مراحل الإنشاء	أقل من 10	10 - 15	15 - 20	أكبر من 20
التحكم فى المعمل	أقل من 5	5 – 7	7 - 10	أكبر من 10

د - المدى : Range – R

وهو الفرق بين أقل قيمة للمقاومة وأكثر قيمة لها لإختبار معين . إن المدى خلال الإختبار يوجد بطرح أقل مقاومة من أعلى مقاومة فى المجموعة التى يحسب متوسطها ليعطى نتيجة الإختبار فمثلاً لإختبار 4 إسطوانات كانت النتائج كما يلى.

$$200 ، 220 ، 180 ، 230 \ Kg/cm^2$$

$$\overline{X} = \frac{200 + 220 + 180 + 230}{4} = 207.5 \ Kg/cm^2 \quad \text{للإختبار}$$

$$R = 50 \ Kg/cm^2$$

ويساعد مدى الإختلاف فى الإختبار على تحديد الإنحراف المعيارى للإختبار الواحد .

4 - 4 تغيرات المقاومة : *Strength varation*

كما سبق ذكرة أمكن إرجاع التغيرات الحادثة فى المقاومة الى التغير الناتج عن طريقة الإختبار والتغير فى خواص خلطة الخرسانة ومكوناتها . ومن الممكن بالتحليل للمتغيرات حساب التغير الراجع لكل مصدر من مصادر التغير .

4 - 4 - 1 التغير فى الإختبار *Within – test variation*

لتحديد ذلك يتم حساب التغير فى مجموعة نتائج اختبارات عينات مصبوبة من نفس الخلطة وذلك بفرض أن التغير فى تلك المقاومات المأخوذه من خرسانة متجانسة تعود الى التجهيز ومعالجة واختبار العينات .

إن نتائج صبة واحده من الخلطة لاتكفى للحصول على نتائج إحصائية تكفى للتحليل وانما نحتاج الى نتائج مأخوذه من 10 صبات للحصول على نتائج موثوق بها .

الإنحراف المعيارى خلال الإختبار .... $\sigma 1 = \frac{1}{d_2} \overline{R}$

معامل التغير خلال الإختبار $V1 = \frac{\sigma 1}{\overline{X}} \times 100$ حيث

ثابت يعتمد على عدد النتائج المستخدم لإيجاد المقاومة المتوسطة للإختبار $= \frac{1}{d_2}$

المدى المتوسط خلال مجموعة من العينات المختبرة $= \overline{R}$

4 - 4 - 2 التغير من صبة الى صبة : *Batch to bach variations*

وهذه التغيرات تشمل :

1 - خواص مكونات الخرسانة .
2 - عملية الخلط والشحن وأخذ العينات .

3 - الإختلاف فى الإختبار من وقت لأخر .

ويتضح تأثير عدد العينات على σ1 ، V1 من جدول رقم (4 - 4) الذى يحتوى على قيم المعامل $\frac{1}{d_2}$

جدول رقم (4 - 4) قيم المعامل $\frac{1}{d_2}$

عدد العينات الممثلة للإختبار	d_2	$\frac{1}{d_2}$
2	1.128	0.8865
3	1.693	0.5907
4	2.059	0.4857
5	2.326	0.4299
6	2.534	0.3946
7	2.704	0.3698
8	2.847	0.3512
9	2.970	0.3367
10	2.078	0.3249

ويلاحظ من هذا الجدول أنة كلما زاد عدد العينات الممثلة للإختبار زادت الثقة فى قيم σ_1 أو V_1

ويلاحظ أن الإنحراف المعيارى من صبة الى صبة = σ_2 .

ويمكن حساب الإنحراف المعيارى الكلى من المعادلة : $\therefore \sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2$

جدول رقم (4 - 5) يحتوى على كيفية حكم ACI على التغير فى خلال الإختبار وجدول رقم (4-6- 1) يحتوى على كيفية حكمها على التحكم الكلى .

جدول رقم (4- 5) استخدام معامل التغير (فى حدود الإختبار) Within – test variation للحكم على جودة الخرسانة .

نوع العمل	معامل التغير				
	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
اختبارات التحكم للموقع V1	أقل من 3	4 - 3	5 - 4	6-5	أعلى من 6
التحكم فى المعمل	أقل من 2	3 – 2	4 - 3	5 - 4	أعلى من 5

وهذا الجدول يستخدم للحكم خلال الخلطة الواحدة وليس للخلطات وبعضها كما كان يستخدم فى ACI 1977 ولكن بقيم مختلفه .

جدول رقم (4- 6- 1) استخدام الإنحراف المعيارى كأساس للحكم على الخرسانة .

نوع العمل	قيمة الإنحراف المعيارى كجم/سم^2				
	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
اختبارات المنشآت	28.1	35.2–28.1	42.2–35.2	49.2–42.2	أعلى من 49.2
الخلطات المعملية	14.1	17.6–14.1	21.1–17.6	24.6-21.1	أعلى من 24.6

جدول رقم (4–6– 2) درجة التحكم ACI 214 -2014 .

درجة التحكم	معاير التغير V %				
	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
التغير فى جميع مراحل الإنشاء	أقل من 7	9 - 7	11 - 9	14 - 11	أكبر من 14
التحكم فى المعمل	أقل من 3,5	4,5 – 3,5	5 -4,5	7 - 5	أكبر من 7

- وقد قامت ACI 214 فى الإصدارات الحديثة بإستخدام جدول 4 - 6 - 1 كأساس للحكم على جودة الخرسانه ذات المقاومة المميزه الأقل من 350 كجم/سم2 فقط وجدول رقم 4 - 6 - 2 للحكم على جودة الخرسانة المميزه ذات المقاومة المميزه التى تساوى أو أكبر من 350 كجم/سم2 .

مثال (1) :

خلال عشرة أيام تم أخذ عينات (3 عينات فى كل يوم) فكانت النتائج كما هو موضح فى جدول (4-7) . احكم على ضبط الجوده .

الحل :

المقاومة المتوسطة fcyav = مجموع المتوسطات / 10 = 260.33 كجم/سم^2 .

$\bar{R}$ المتوسطه = مجموع R / 10 = 28 كجم/سم^2 .

$$\sigma_1 = \frac{28}{d_2}$$

من جدول (4-4)

$$1.693 = d_2$$

$$\therefore \sigma_1 = \frac{28}{1.693} = 16.54\ kg\ /\ cm^2$$

$$V_1 = \frac{16.54}{260.33} = 6.35\ \%$$

جدول رقم (4-7) مثال تحليل النتائج .

Day	Cylinder strength kg/cm^2	Fcyav	R
1	250 & 280 & 310	280.0	60
2	260 & 250 & 275	261.6	25
3	240 & 250 & 265	251.7	25
4	235 & 240 & 255	243.3	20
5	260 & 270 & 280	270.0	20
6	255 & 210 & 240	235.0	45
7	260 & 270 & 280	270.0	20
8	260 & 265 & 255	260.0	40
9	280 & 270 & 260	270.0	20
10	260 & 260 & 265	261.7	5

$$\sigma_2 = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{fcyi - fcyav}{n-1}\right)^2}$$

أن الفنيين الذين يقومون بإعداد الإسطوانات ودمكها ومعالجتها واختبارها فى الماكينات خبرتهم ضعيفة

__الحكم على الجودة العامة :__
- يتم حساب $\sigma 2$ للتغير من خلطة لخلطة .

$$\sigma_2 = \sqrt{\frac{(280 - 260.33)^2 + (261.6 - 260)^2 + ...\ ....}{9}}$$

- يتم استخدام الأله الحاسبة .

$$\sigma_2 = 13.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore \sigma = \sqrt{16.54^2 + 13.65^2}$$

$$\therefore \sigma = 21.4 Kg/cm^2$$

بناء على جدول (4- 6) .
نجد أن ضبط الجودة ممتاز وكان يمكن أن يكون أفضل لو اهتم الفنيون بإعداد العينات ويلاحظ أن الخلطات المختلفة موادها وخلطها قريبة جداً من الإنتظام .

مثال (2) :
فى أحد المواقع خلال عشرة أيام عمل كان الفنيون يأخذون عينات بطريقة عشوائية وكانت النتائج كما هو موضح بجدول رقم (4-8) أحكم على ضبط الجوده .

الحل :
فى هذه الحالة سنجد أن الفنيين أخذوا عدة عينات ولذلك لايصلح أخذ R المتوسط لعينات العشرة أيام ولذلك سيكون الحل تقريبى بإعتبار أن نتائج كل يوم تمثل سلوك معين .

- يتم حساب fcy_{av} & المدى R لنتائج كل يوم وبإستخدام جدول (4-4) تحسب المعامل d2 طبقاً لعدد الإختبارات التى يتم إجراؤها فى اليوم الواحد .
- يتم حساب $\sigma 1$ لكل يوم بإعتبار العدد كافى .
- يتم حساب $\sigma 1$ المتوسط .

$\sigma 1 = (35.4 + 53.2 + 0.0 + 35.5 + 35.4 + 12.9 + 17.2 + 22 + 48.6 + 8.9)/10$
$\sigma 1 = 26.9 \text{ kg/cm}^2$

$Fcy_{av} = 292$
V1 = 26.9 / 292 = 9.2 % .

وبناء على جدول (4-5) نجد أن التحكم ضعيف .

حيث $fcyi$ يعوض بها بقيم متوسط كل اختبار .

$$\sigma 2 = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{fcyi - fcyav}{9}\right)^2}$$

$$\sigma 2 = \sqrt{\frac{(292-280)^2 + (292-290)^2 + ...}{9}} = 25.9$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma 1^2 + \sigma 2^2} \qquad = 37.36$$

بناء على جدول (4-6) فإن التحكم جيد .

جدول رقم (4-8) نتائج اختبارات مأخوذه عشوائياً خلال عشرة أيام .

Day	No. of Speci.	Cylinder strength kg/cm^2	Fcyav	R	d2	$\sigma 1$
1	3	250 & 280 & 310	280.0	60	1.693	35.4
2	3	240 & 300 & 330	290.0	90	1.693	53.0
3	1	320	320.0	0	-	0.0
4	2	300 & 260	280.0	40	1.128	35
5	3	220 & 280 & 250	250.0	60	1.693	35
6	5	300 & 290 & 300 & 290 & 320	300.0	30	2.326	12
7	5	300 & 320 & 310 & 330 & 340	320.0	40	2.326	17
8	11	280 & 320 & 320 & 290 & 330 & 340 & 290 & 300 & 320 & 350 & 310	314.0	70	3.173	22 *
9	4	270 & 300 & 250 & 200	255.0	100	2.059	48
10	2	310 & 320	315.0	10	1.128	8.9

* تحسب σ من المعادله التاليه أو يؤخذ d2 من جدول B فى الفهرست .

$$\sigma = \sqrt{\frac{(280-314)^2 + ...}{10}} = 22$$

$\sigma_1 = \dfrac{R}{d_2}$ =70/3.173 = 22.06 (لاحظ التقارب)

طريقة استخدام الآلة الحاسبة فى حساب المتوسط الحسابى والإنحراف المعيارى :

تستخدم الآلآت الحاسبة مثل

Fx – 500ES

1 ـ ادخال المعلومات :

- إضغط على Mode تظهر شاشة نحدد رقم Stat وليكن (2) نضغط على (2)

Mode 2

- بعد الضغط على (2) تظهر شاشة عليها متغيرات مختلفة تختار VAR سنجد رقمة وليكن (1) ونضغط علية تظهر مصفوفة لإدخال النتائج .

$$Mode \rightarrow \underset{2}{Static} \rightarrow \underset{1}{Var} \quad \begin{matrix} 350 = \\ 450 = \\ 410 = \end{matrix} \quad AC$$

ندخل أرقام المقاومة وبعد كل نتيجة نكتب = وفى النهايه نضغط على AC .

2 ـ اخراج نتائج σ :

- إضغط على Shift وعلى Static (رقم 1 على المفاتيح).

$\sigma \longrightarrow$ Shift (1)

- تظهر قائمة نجد أن Var أمامها رقم (5) اضغط علي مفتاح (5) .

Shift (1) (5)

- تظهر قائمة بـ n (عدد النتائج) ، $\overline{X}$ المتوسط الحسابى ،

$\sigma n-1$، $\times \sigma n$،

- نختار مفتاح كل حالة .

$Shift\ (1) \rightarrow 5(Var) \rightarrow 4(\sigma n-1) =$

- ولحساب المتوسط .

$Shift\ (1) \rightarrow 5\,Var\ (2) = \overline{X}$

مثال :

احسب المتوسط الحسابى والإنحراف المعيارى للنتائج التالية :

425	435	485	390	430	425	415	405	400	470
490	390	430	455	420	405	360	425	420	435

$$Mode \quad \underset{Static}{(2)} \quad \underset{Var}{(1)} \quad \begin{matrix} 470 = \\ 435 = \\ 400 = \\ 420 = \end{matrix} \quad AC$$

$Shift\ (1)\ \underset{Var}{(5)}\quad \overset{4}{\sigma n-1} = 31.826$

$Shift\ (1)\ \underset{Var}{(5)}$

$\overset{2}{\overline{X}} = 425.5$

5-4 العلاقة بين مقاومة تصميم المبنى ومقاومة تصميم الخلطة :

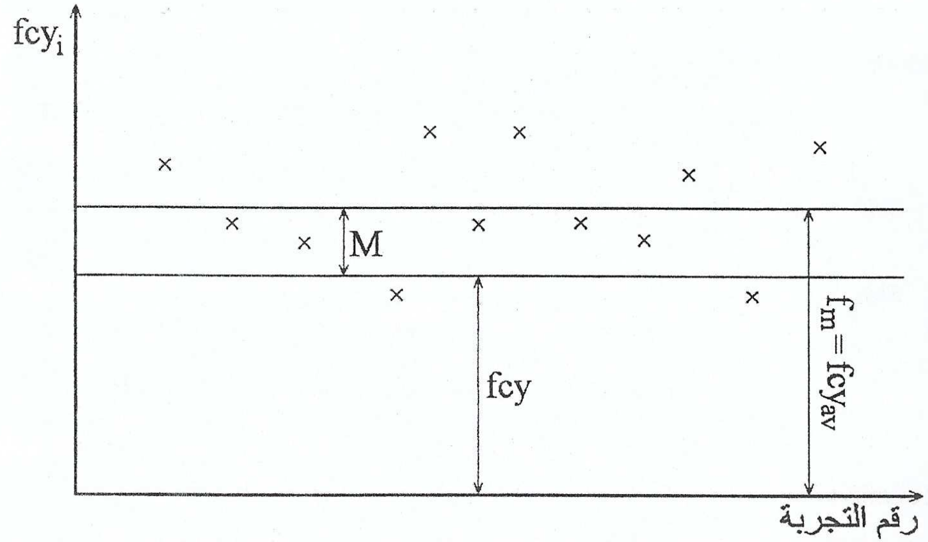
Relation between characteristic Strength and Mix Strength .

بالرجوع لشكل رقم (4-3) سنجد أن اختبارات الخرسانة توضح أنه للمشروع الواحد فإن مقاومة الخرسانة تختلف عن بعضها بقيم تعتمد على درجة التحكم والسؤال المطروح الآن على أى مقاومة يقوم المهندس بتصميم قطاعات الأعمدة والكمرات والبلاطات والأساسات ؟ .

هل يمكن أن يقوم المهندس بإستخدام أقصى مقاومة fcymax للتصميم عليها ؟ بالطبع هذا الأمر مرفوض لأن القطاعات الخرسانية ستكون صغيرة وعند تنفيذ المنشأ فكل مقاومات الخرسانة ستكون أقل من أو يساوى تلك المقاومة .

هل من المقترح أن يصمم المهندس المبنى على المقاومة المتوسطة fcyav للنتائج ؟ ، أيضاً هذا الحل مرفوض لأنة متوقع أن تقل عن هذه المقاومة أكثر من 50% من هذه العينات وهذا يعرض المنشأ للخطر .

هل من الممكن تصميم المبنى على أدنى مقاومة للنتائج fcymin وبذلك نضمن عند التنفيذ أن تزيد مقاومات المنشأ عن fcymin . بالقطع فإن هذا التصميم آمن ولكن هذا غير إقتصادى لأن المقاومة الدنيا تكون منخفضة جداً وتحدث نظراً لظروف سيئة غير عادية ، كأن يهمل المهندس فى أخذ العينة بطريقة صحيحة وبذلك لاتمثل الحقيقة . واتفقت جميع الكودات العالمية على استخدام مقاومة تصميم fcy تكون أكبر من fcy min بمقدار معين بحيث يسمح بوجود عدد معين من التجارب تحقق مقاومة أقل من مقاومة تصميم المبنى ويحدد كل كود النسبة المئوية لعدد التجارب من المحتمل أن تقل مقاومتها عن مقاومة تصميم المبنى (انظر شكل رقم 4-5) .



شكل رقم (4- 5) علاقه تخطيطيه توضح مقاومة تصميم المبنى (f_{cy}) والخلطه (fm) وهامش الأمان

ويقوم المهندس بتصميم الخلطة على المقاومة المتوسطة fm = fcyav بحيث تزيد عن مقاومة تصميم المبنى والذى يطلق عليها بمقاومة الضغط المميزة (fcy) بمقدار هامش أمان معين M يضمن عدم فشل إلا نسبة التجارب المحدده سابقاً فى تحقيق المقاومة المميزة .

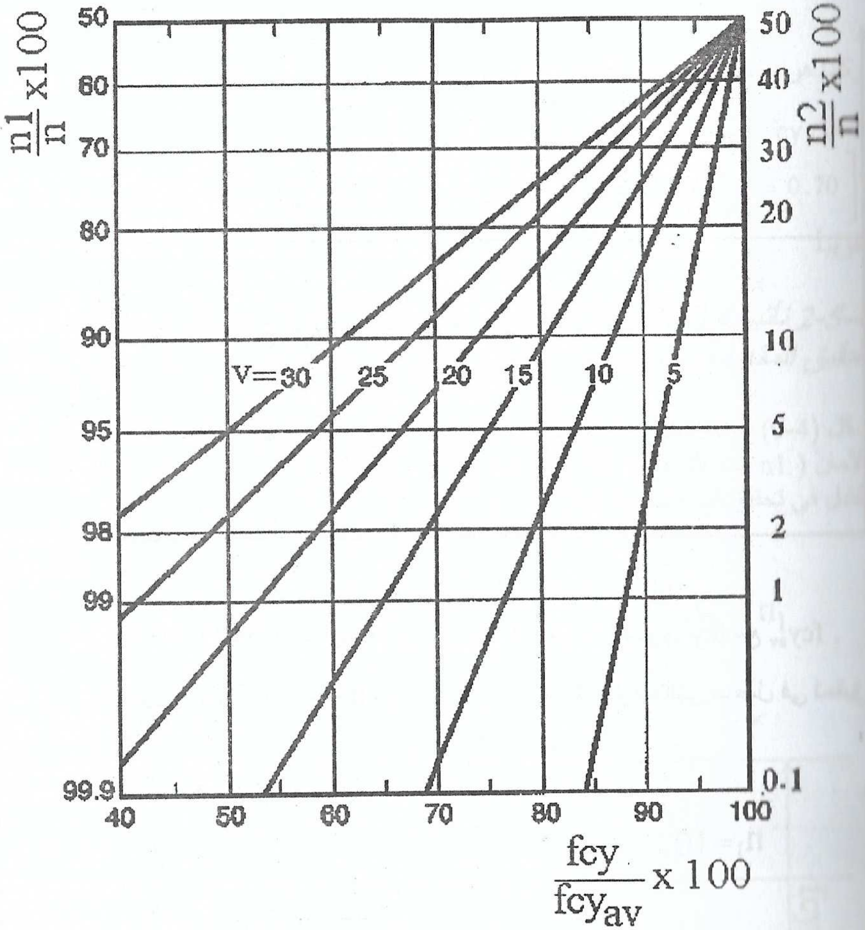
$fm = fcy + M$

وتختلف معايير اختيار هامش أمان تصميم الخلطة من دولة الى دولة وذلك ماسنتناولة فى الأجزاء التالية بالإستعانة بالإحصاء الرياضى .

1-5-4 تأثير قيم معامل التغير على النسبة المئوية للإختبارات التى تفشل فى تحقيق المقاومة المميزه .

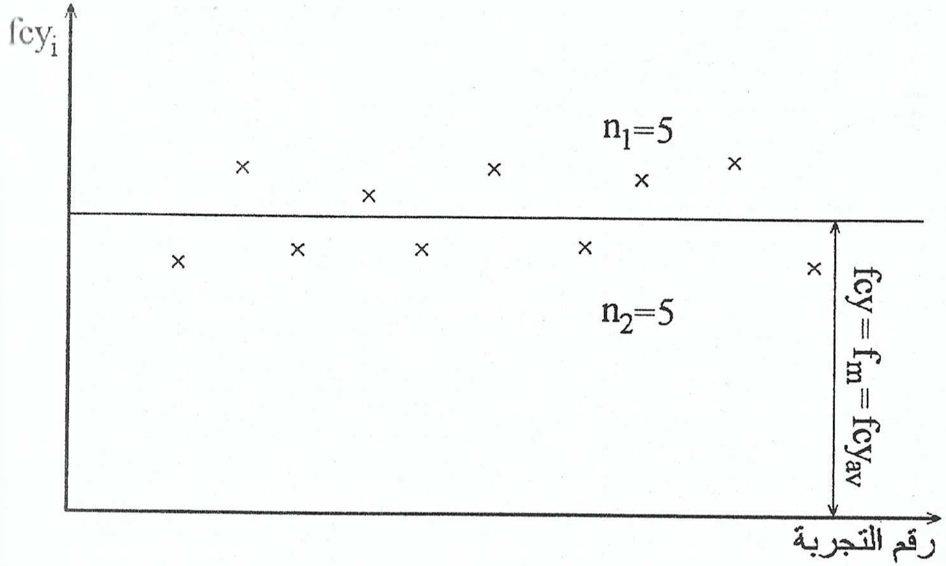
شكل رقم (4-6) يوضح العلاقة بين % للمقاومة المميزة بالنسبة للمقاومة المتوسطة .

$\left[\frac{fcy}{fcyav}\times 100\right]$ على محور س والنسبة المئوية لعدد التجارب التى ستفشل فى تحقيق المقاومة المميزه بالنسبة لعدد التجارب الكلى $\left(100\times\frac{n2}{n}\right)$ على محور ص وكذلك النسبة المئوية للعدد التجارب التى ستنجح فى تحقيق المقاومة المميزة $\left(100\times\frac{n1}{n}\right)$ وذلك لقيم مختلفة من معامل التغير حيث n1 = عدد التجارب الكلية التى ستحقق مقاومة أعلى من المقاومة المميزة و n2 = عدد التجارب الكلية التى ستفشل فى تحقيق المقاومة المميزة و n عدد التجارب الكلى .



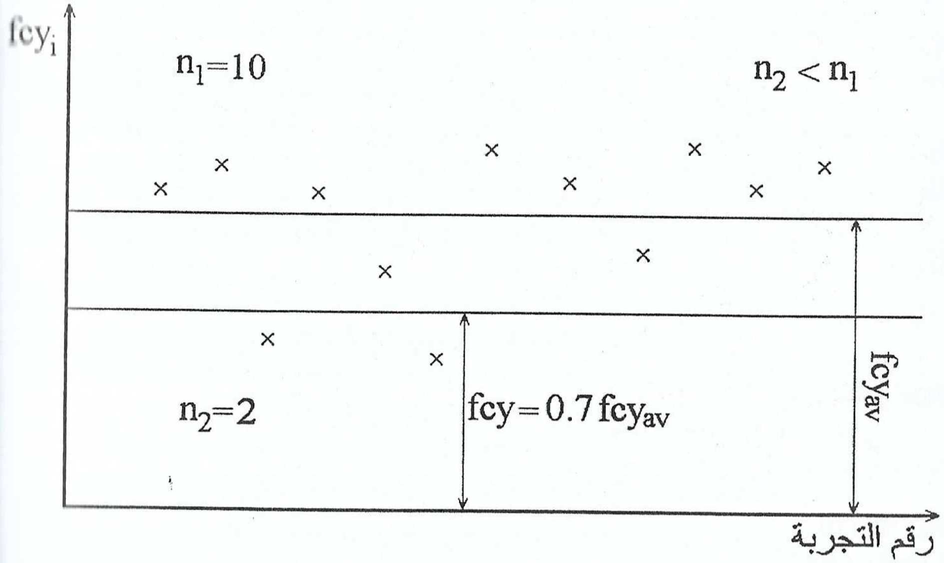
شكل (4-6) تأثير معامل التغير على % للفشل فى تحقيق المقاومة المميزة لقيم مختلفة من $[ACI]\left[\frac{fcy}{fcyav}\right]$

كما هو واضح من شكل (4-6) يتضح أنه إذا قرر المهندس أن تكون $fcy = fcy_{av}$ فمعنى هذا أن النسبة المئوية لعدد التجارب التى تفشل فى تحقيق المقاومة المميزة هو50 % أنظر شكل (4-7)



شكل رقم (4-7) علاقة تخطيطية توضح n1، n2 عندما تتساوى fcy مع fcy_{av} .

واذا قرر المهندس أن تكون fcy = 0.7 من fcyav فإن عدد التجارب التى ستفشل فى تحقيق fcy سيقل (انظر شكل 4-8) .

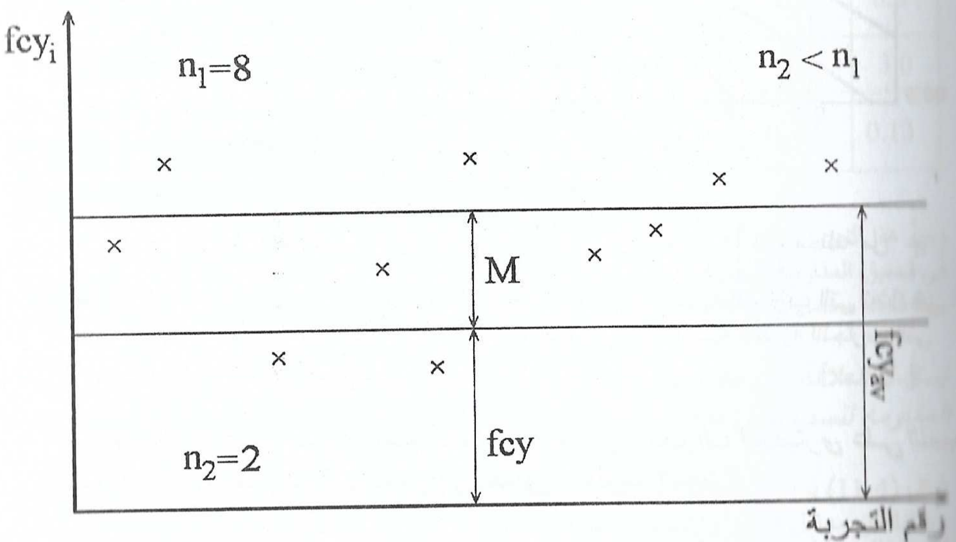


شكل (4-8) نقص عدد التجارب التى ستفشل فى تحقيق fcy عندما تكون $\left[\frac{fcy}{fcyav} = 0.70\right]$

وكما هو واضح من شكل (4-6) فإنة لنفس نسبة $\left[\frac{fcy}{fcyav}\right]$ فإن النسبة المئوية لفشل التجارب فى تحقيق fcy يزيد مع زيادة معامل التغير (V) فمثلاً لنسبة $\left[\frac{fcy}{fcyav} = 0.70\right]$ ولقيم معامل تغير = 13 ، 30 % فإن نسبة الفشل ستكون 1 ، 16 % تقريباً .

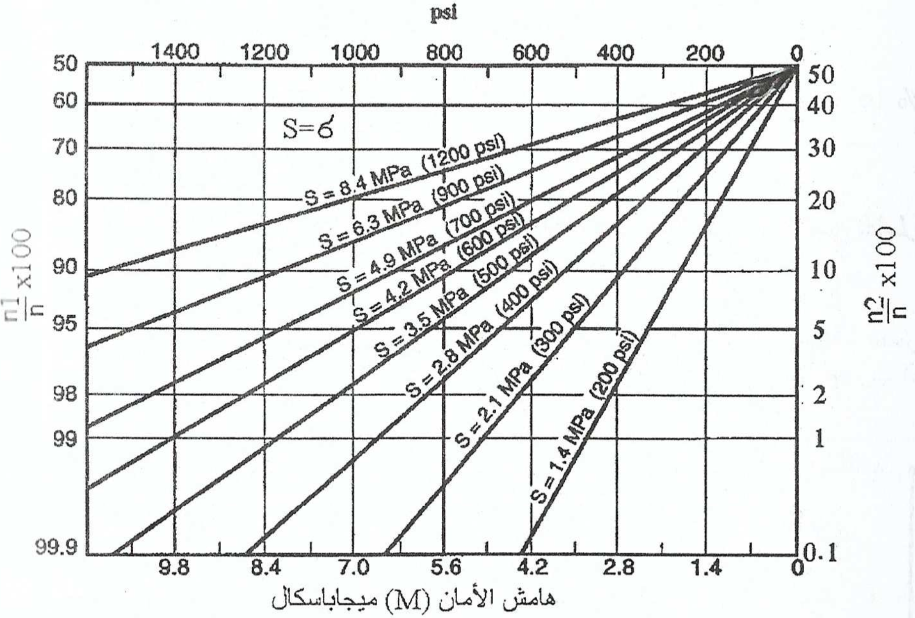
4-5-2 تأثير قيم الإنحراف المعيارى على النسبة المئوية للإختبارات التى تفشل فى تحقيق المقاومة المميزة .

شكل (4-9) علاقة تخطيطية توضح العلاقة بين المقاومة المتوسطة ، المقاومة المميزة ، هامش الأمان (n1 عدد التجارب التى تحقق مقاومة أعلى من المقاومة المميزه ، n2 عدد التجارب التى تفشل فى تحقيق المقاومة المميزة)



شكل (4-9) يوضح العلاقة التخطيطية بين المقاومة المميزة (fcy) ومقاومة تصميم الخلطة (fcy_{av}) وقيمة هامش الأمان وعدد الإختبارات التى تفشل فى تحقيق المقاومة n2 .

شكل (4-10) تأثير هامش الأمان وقيم الإنحراف المعيارى على النسبة المئوية للإختبارات التى تفشل فى تحقيق المقاومة المميزة $\left[\frac{n2}{n} \times 100\right]$.



شكل (4-10) يوضح العلاقة بين هامش الأمان M وقيم $\left[\frac{n2}{n}\times 100\right]$ لقيم مختلفة من σ

وهذا الشكل يوضح بجلاء أنه كلما زاد هامش الأمان تقل النسبة المئوية للتجارب التى تفشل فى تحقيق المقاومة المميزة وأيضاً كلما زاد الإنحراف المعيارى تزيد النسبة المئوية للتجارب التى تفشل فى تحقيق المقاومة المميزه .

3-5-4 تأثير هامش أمان تصميم الخلطة كدالة من الإنحراف المعيارى على النسبة المئوية لعدد الإختبارات التى تفشل فى تحقيق المقاومة المميزة .

البند السابق (4-5-2) أوضح أن قيمة هامش الأمان كلما زادت تقل النسبة المئوية لعدد الإختبارات التى ستفشل فى تحقيق المقاومة المميزة والمعادلة التالية تربط بين مقاومة الضغط المميزة ومقاومة ضغط الخلطة الخرسانية (fcyav = fm) وهامش الأمان كدالة من مضاعفات الإنحراف المعيارى

$$Fm = fcy + M$$
$$= fcy + t\,\sigma$$

حيث t معامل احصائى يتوقف على النسبة المئوية لعدد الإختبارات المحتمل أن تفشل فى تحقيق المقاومة المميزة . وبفرض أن نتائج مقاومة الضغط تتبع فى انتشارها الـ Normal districtbution curve وبالرجوع لبندى رقم 2-9 ، 2-10 والأمثلة وجدول رقم (B) فى الفهرست يمكن الحصول على جدول (4-9) والذى يوضح العلاقة بين هامش الأمان (M) كدالة من σ والنسبة المئوية لعدد الإختبارات التى تفشل فى تحقيق المقاومة المميزة .

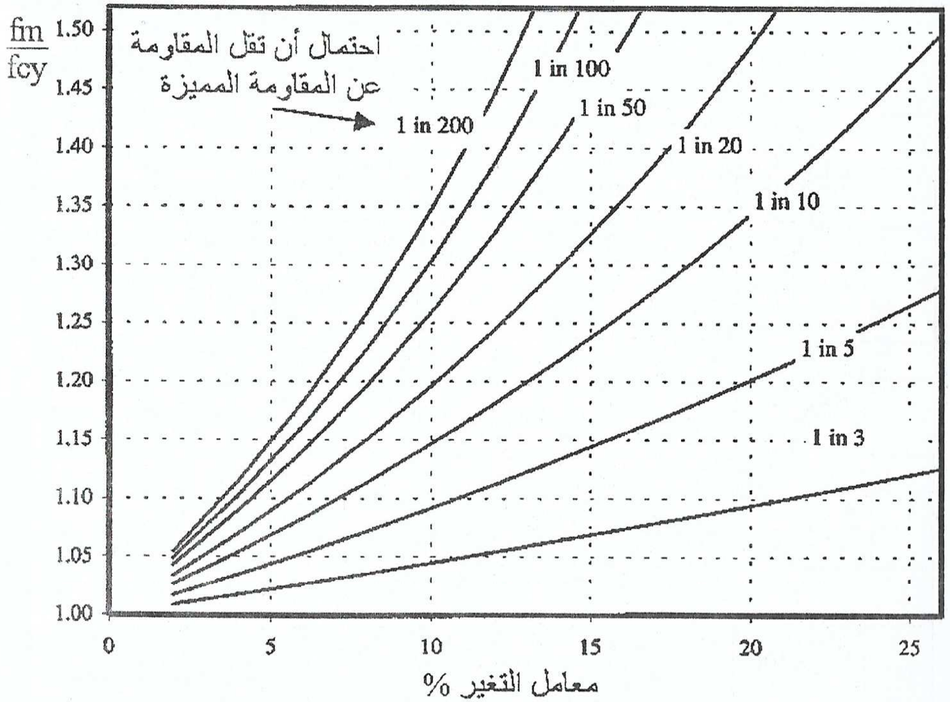
جدول (4-9) العلاقة بين هامش الأمان ($t\sigma$ ومعطى بالجدول المعامل t) والنسبة المئوية المتوقعة لعدد التجارب التى تفشل فى تحقيق المقاومة المميزة $\left[\frac{n2}{n}\times 100\right]$

t	0.10	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
$\left[\frac{n2}{n}\times 100\right]$	46	42.1	38.2	34.5	30.9	27.4
t	0.70	0.80	0.90	1.0	1.1	1.2
$\left[\frac{n2}{n}\times 100\right]$	24.2	21.2	18.4	15.9	13.60	11.5
t	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
$\left[\frac{n2}{n}\times 100\right]$	9.70	8.10	6.7	5.5	4.5	3.6
t	1.9	2.	2.1	2.2	2.3	2.4
$\left[\frac{n2}{n}\times 100\right]$	2.9	2.30	1.8	1.4	1.1	0.8
t	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
$\left[\frac{n2}{n}\times 100\right]$	0.6	0.45	0.35	0.25	0.19	0.13

ومن هذا الجدول نجد أنه لو أخذ هامش الأمان = σ فمن المحتمل أن تفشل 15.9 % من العينات فى تحقيق المقاومة المميزة ولنسبة فشل حوالى 10% فسنجد أن معامل الأمان ≅ $1.3\,\sigma$ وإذا أخذنا معامل أمان = 3 σ فإن احتمال الفشل = 0.13 % .

4-5-4 العلاقة بين مقاومة تصميم الخلطة والمقاومة المميزة كدالة من معامل تغير المقاومه لنسب فشل متعددة .

شكل (4-11) يوضح العلاقة بين نسبة مقاومة تصميم الخلطة الى المقاومة المميزة للإسطوانة لقيم مختلفة من معامل التغير والإحتمالات مختلفة من الفشل فى تحقيق المقاومة المميزة .



شكل (4-11) العلاقة بين نسبة مقاومة تصميم الخلطة الى المقاومة المميزة للإسطوانة لقيم مختلفة من معامل التغير ولإحتمالات مختلفة من الفشل فى تحقيق المقاومة المميزة .

فنسبة فشل 1 من 3 تعنى أن كل 3 إختبارات ضغط سيفشل اختبار منهم فى تحقيق المقاومة المميزة . ونسبة فشل 1 : 100 تعنى أنه من المحتمل فى حالة اختبار مائة مجموعة من الإختبارات أن تفشل اختبارات مجموعة واحدة (2 أو 3 إسطوانات) فى تحقيق المقاومة المميزة . ويلاحظ من الشكل أنه كلما زاد معامل التغير تزيد النسبة بين $\left[\frac{fm}{fcy}\right]$.

فمثلاً لإحتمال 1 : 20 ولتحكم جيد (V = 5%) ولتحكم ضعيف (V=20) فإن النسبة $\left[\frac{fm}{fcy}\right]$ تساوى 1.1 ، 1.49 تقريباً على الترتيب وهذا يوضح أن التحكم الجيد يقلل هامش الأمان ويقلل التكلفة .

4 – 5 – 5 التعبير عن هامش الأمان بطرق مختلفة .

أولاً : حالة استخدام نتيجة اختبار واحد (مجموعة من 3 إسطوانات) للتعبير عن احتمال الفشل

$$Fm = fcy + M$$
$$= fcy + t\,\sigma \quad .... \quad 4.1$$

سبق أن ذكرنا أن :

$$V = \left[\frac{\sigma}{fm}\right]$$

$$\therefore\ Fm = fcy + t\,(V.fm)$$
$$fm - t\,V\,.\,fm = fcy$$
$$fm\,(1 - t\,V\,) = fcy$$

$$fm = \frac{fcy}{(1 - tV)} \quad .... \quad 4.2$$

المعادلتين (4.1) ،(4.2) تستخدمان للتعبير عن المقاومة المتوسطة (تصميم الخلطة) بدلالة إحتمال انهيار عدد معين من التجارب وهذه التجارب ليس شرط أن تكون متتابعة .

ثانياً : استخدام نتائج عدة تجارب :

بعض الكودات والمواصفات تهتم بأن لا يفشل عدد معين من الإختبارات المتتابعة (n) فى تحقيق المقاومة المميزة لأن لوحدث ذلك بصورة متعددة فهذا معناه أنة ستوجد مناطق معينة فى المنشأ قد تتعرض للخطر . فمثلاً لوسيتم إجراء مائة إختبار فليس من المفضل أن تفشل الإختبارات رقم 11 ، رقم 12 ، رقم 13 ثم تفشل الإختبارات رقم 40 ، 41 ، 42 ، 43 ثم تفشل الإختبارات رقم 85 ، 86 ، 87 حتى لايتعرض جزء من المنشأ للخطر ولأخذ مجموعة معينة عددها (n) لحساب fm يمكن استخدام المعادلتين (4.3) ، (4.4) .

$$Fm = fcy + \frac{t\,\sigma}{\sqrt{n}} \quad .... \quad 4.3$$

$$Fm = \frac{fcy}{1 - \frac{tv}{\sqrt{n}}} = \frac{fcy}{1 - tV / \sqrt{n}} \quad .... \quad 4.4$$

وجدول (4-10) يحتوى على قيم المعامل الإحصائى t لإحتمالات متعددة لفشل التجارب فى تحقيق المقاومة المميزة .

جدول (4-10) قيم المعامل t .

احتمال فشل %	20	15.87	15	10	5.05	4.95	2.5	2.27	1.00	0.5	0.135
t	0.84	1.00	1.04	1.28	1.64	1.65	1.96	2.00	2.33	2.58	3.00

4- 5- 6- معايير تحديد مقاومة تصميم الخلطة :

توجد عدة معايير لتحديد مقاومة تصميم الخلطة كدالة من المقاومة المميزة سنتناولها فى مايلى :

4-5-6-1 المعيار الأول :

يحدد الكود نسبة معينة من الإختبارات (n2 فى شكل 4-7) التى ستفشل فى تحقيق المقاومة المميزة

مثال (1) بفرض درجة جودة جيد إحسب مقاومة تصميم الخلطة لمقاومة مميزة للإسطوانة بعد 28 يوم 250 كجم/سم^2 بحيث لايزيد عدد التجارب المفرده التى من المحتمل أن تفشل عن 10 % من النتائج المختبرة .

استخدم طريقة الإنحراف المعيارى ومعامل التغير .

أولاً : الإنحراف المعيارى للتحكم الجيد من جدول (4-6) .

σ = 36 كجم/سم^2 .

من جدول (4-10) لإحتمال 10 % فشل تكون t = 1.28 يتم استخدام معادلة (4-1) للإختبارات المفردة .

$$fm = 250 + 1.28\,(36) = 296\ kg/cm^2$$

ثانياً : معامل التغير .

من جدول (4-3) V= 10 % .

$$\therefore\ fm = \frac{250}{(1-1.28\times 0.10)} \cong 287\,kg/cm^2$$

لاحظ الفرق البسيط بين الطريقتين ويلاحظ أن ASTM يشترط ألا يزيد احتمال الفشل للتجارب عن 10 % .

4-5-6-2 المعيار الثانى :

يتم تحديد إحتمال فشل عدد معين (n) من التجارب (المجاميع الجزئية) المتتابعة فى تحقيق المقاومة المميزه ويستخدم معهد الخرسانة الأمريكى (ACI) هذا المعيار حيث يشترط أن لايزيد إحتمال انهيار متوسط نتائج ثلاثة إختبارات متتابعة فى تحقيق المقاومة المميزة عن 1 % .

مثال :

منشأ مقاومتة المميزة 300 كجم / سم^2 .

احسب مقاومة تصميم الخلطة بحيث لايزيد احتمال فشل ثلاثة تجارب (مجموعات جزئية) متتابعة فى تحقيق المقاومة المميزة عن 1 % إذا علم أن التحكم ضعيف .

طريقة الإنحراف المعيارى :

حيث أن التحكم ضعيف تكون σ = 55 كجم/سم^2 من (جدول 4-6).

لإحتمال فشل 1% $\therefore$ t = 2.33 حيث أن الحكم على ثلاث تجارب متتابعة n = 3 .

بإستخدام المعادلة (4-3) .

$$fm = fcy + t\,\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$fm = 300 + 2.33\,\frac{(55)}{\sqrt{3}} = 374\,kg/cm^2$$

طريقة معامل التغير :

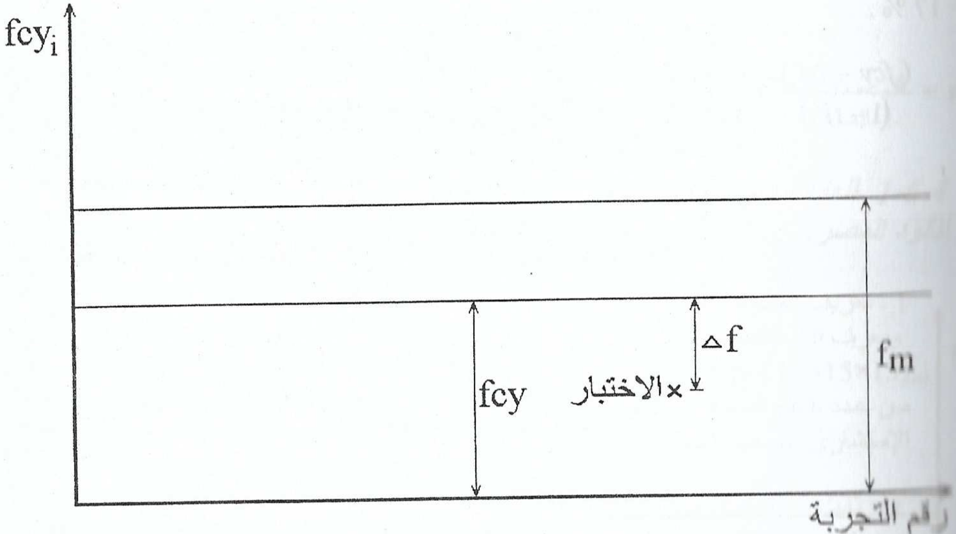
من جدول (4-3) تكون V = 25 % ومن معادلة (4-4) .

$$fm = \frac{250}{\left(1 - \frac{2.33\times 0.25}{\sqrt{3}}\right)}$$

$$fm = 376\ kg/cm^2\ .$$

لاحظ التقارب بين النتيجتين .

4-5-6-3 المعيار الثالث :



شكل (4-12) شكل توضيحى للمعيار الثالث .

تهتم بعض الهيئات أن لاتقل الإختبارات التى تفشل فى تحقيق المقاومة المميزة عنها بدرجة كبيرة من المقاومة المميزة وذلك حتى لاتؤثر على الناحية الإنشائية للمبنى وتتطلب شروط الـ ACI أن لايزيد احتمال نقص مقاومة الإختبارات المفرده عن المقاومة المميزة بمقدار 35 كجم /سم^2 وذلك للخرسانة المميزة الأقل من أو يساوى 350 كجم/سم^2 عن 1% .

أى أن احتمال زيادة الفرق Δf عن 35 كجم/ سم^2 لايتعدى 1 % (شكل رقم 4-12).

مثال :

احسب مقاومة تصميم خلطة اذا علم أن المقاومة المميزة 200 كجم/سم^2 وأن التحكم مقبول وبحيث لايزيد احتمال أن تزيد Δf عن 35 كجم/سم^2 بمقدار 1 % .

طريقة الإنحراف المعيارى :

$t = 2.33 \qquad \sigma = 45\, kg / cm^2$

$$\therefore fm = (fcy - \Delta f) + t\sigma$$

$$\therefore fm = (200 - 35) + 2.33(45)$$

$fm = 270\ kg/cm^2$.

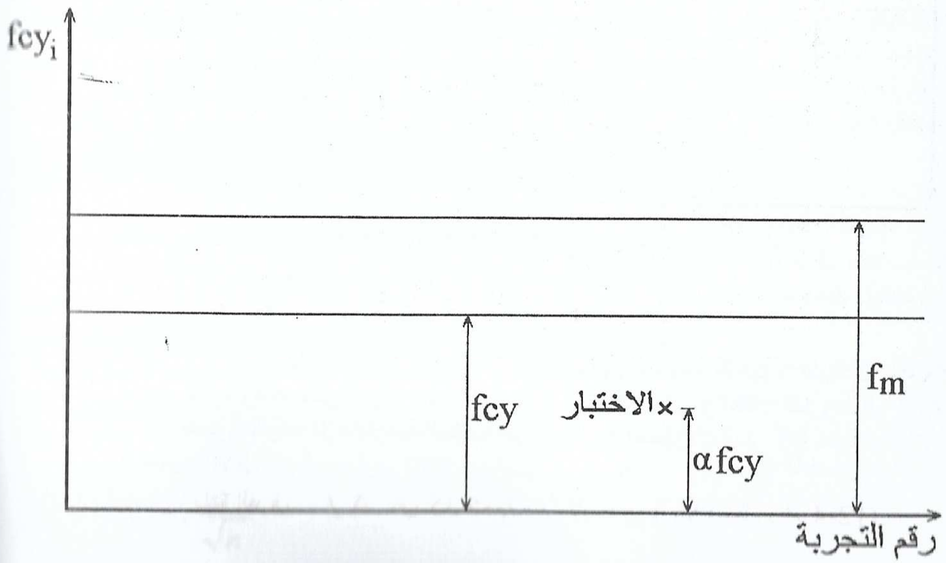
طريقة معامل التغير :

V= 17 % .

$$fm = \frac{(fcy - \Delta f)}{(1 - tV)} = \frac{(200 - 35)}{(1 - 2.33 \times 0.17)} = 273\, kg / cm^2$$

لاحظ التقارب بين الطريقتين .

4- 6 – 5-4 المعيار الرابع :



شكل (13-4) شكل توضيحى للمعيار الرابع .

هذا المعيار يهتم بأن إذا فشل إختبار فى تحقيق المقاومة المميزة فإنة يجب أن يكون قريباً منها حتى لايؤثر على أمان المنشأ وكمثال على ذلك إستخدام شرط أن لايزيد احتمال فشل اختبار واحد عشوائى مفرد فى تحقيق مقاومة $\alpha fcy = 0.85\ fcy$ عن 1 : 100 حيث α= معامل نقص المقاومة .

مثال :

احسب مقاومة تصميم خلطة مقاومتها المميزة 281 كجم/سم² . بحيث لايزيد احتمال فشل اختبار واحد مفرد عن 85 % من المقاومة المميزة 281 كجم/سم² . إفرض σ = 53 ، V = 15 % .

طريقة الإنحراف المعيارى :

$$fm = 0.85 fcy + t\sigma = 0.85(281) + 2.33(53) = 362.34 kg / cm^2$$

طريقة معامل التغير :

$$fm = \frac{fcy}{(1 - tV)} = \frac{0.85(281)}{1 - 2.33 \times 0.15} = 367\, kg / cm^2$$

4 – 6 العلاقة بين مقاومة تصميم الخلطة والمقاومة المميزة فى الكودات والمواصفات المختلفة .

1-6-4 العلاقة بين مقاومة تصميم الخلطة (fm) والمقاومة المميزه (fcu) . طبقاً للكود المصرى :

1 - تعريف المقاومة المميزه وتحديد هامش الأمان :

ويعرف الكود المصرى للخرسانة المقاومة المميزه بأنها مقاومة ضغط المكعب القياسى (15×15×15 سم) عند عمر 28 يوم والتى من غير المحتمل أن يقل عنها أكثر من 5% من عدد نتائج اختبارات تحديد المقاومة أثناء التنفيذ وهى المقاومة التى يقوم المهندس الإستشارى بتصميم القطاعات الخرسانية بناء عليها ويحسب هامش الأمان M كما يلى :

M= t* 6

t = ثابت من احتمال فشل 5 % من العينات عن تحقيق المقاومة المميزه = 1.64 .

6 = الإنحراف المعيارى لنتائج اختبارات مقاومة الخرسانه التى سبق للمقاول صبها فى ظروف مشابهه لظروف الإنشاء .

وجدول (11-4) يعطى قيم هامش الأمان سواء لخرسانة ذات مقاومة مميزه أكبر من أو أقل من 200 كجم /سم² ويلاحظ أن الأصل هو حساب الإنحراف المعيارى من النتائج السابقه ويعطى الكود قيم دنيا لهامش الأمان فى حالة توافر 40 نتيجه على الأقل . وفى حالة عدم توافر 40 نتيجه أو توافر نتائج أقل يعطى قيمة ثابته لهامش الأمان كما هو موضح بجدول (11-4) .

ويقوم المهندس بتصميم الخلطة الخرسانية ويعرف المكونات التى تحقق مقاومة الضغط المتوسطة المطلوبة والهبوط المطلوب ووحدة الوزن والهواء المحبوس .

- ويوصى الكود المصرى بعمل خلطات تجريبيه فى المعمل الذى يقوم بتصميم الخلطه ثم يوصى الكود بتنفيذ خلطات تأكيديه للمقاومة .

4-6-2 الخلطات التأكيديه فى الكود المصرى :

يجب على منتج الخرسانه أن يقوم فى الموقع بتنفيذ ثلاث خلطات خرسانية بالكمية التى تنتج فى الموقع ومن كل خلطة يأخذ تسعة مكعبات ثلاثه منها تختبر عند عمر مبكر (ثلاثة أو سبعة أيام) والباقى تختبر عند عمر 28 يوم .

- تعتبر الخلطه ناجحه فى حالة أن تحقق نتائج اختبارات الثلاث خلطات عند عمر 28 يوم الشروط الآتيه :

أ - لايقل متوسط مقاومة الضغط بعد 28 يوم لـ 18 مكعب عن 95 % من مقاومة تصميم الخلطه .

ب - لايقل متوسط الـ 18 مكعب عن المقاومة المميزه مضافاً اليها 65 كجم/ سم^2 .

ج - لاتقل مقاومة أى مكعب منفرد عن المقاومة المميزه .

د - لايزيد الفرق بين مقاومة أكبر مكعب وأصغر مكعب فى الخلطة الواحده عن 15% من متوسط مقاومة الستة مكعبات الخاصة بهذه الخلطة .

ويمكن للجهه المشرفه فى أى وقت عمل خلطات تأكيدية اضافية بالخامات الموجوده فى الموقع .

جدول (4-11) هامش أمان تصميم خلطات الخرسانة طبقاً للكود المصرى

البيانات الإحصائية المتوفرة عن نتائج اختبار المقاومة	هامش أمان تصميم خلطة الخرسانة M عندما تكون المقاومة المميزة f_{cu}	
	$F_{cu} \geq 200$ كجم/سم^2	$200 > F_{cu}$ كجم/سم^2
1- توافر 40 نتيجة اختبار أو أكثر بمواد وظروف مماثلة	(1.64×الإنحراف المعياري) ولا يقل عن 65 كجم/سم^2	(1.64×الإنحراف المعياري) ولا يقل عن 0.33 المقاومة المميزه
2- عدم توافر بيانات أقل من 40 خلطة خلال فترة لا تزيد عن 6 شهور بمواد وظروف مماثلة	130 كجم/سم^2	ولا يقل عن 0.66 المقاومة المميزه

- الاختبار يمثل عينة من ثلاث مكعبات أو اسطوانات (يتم تحويلها لمكعب) .

4-6-3 المقاومة المميزه فى طريقة معهد الخرسانة الأمريكى (ACI 318 لسنة 2009)

يستخدم معهد الخرسانة الأمريكى عينات اسطوانية (15×30سم) لتحديد مقاومة الضغط عند 28 يوم . يهتم المعهد بأن لايزيد الفرق بين المقاومة التى تفشل فى تحقيق المقاومة المميزه والمقاومة المميزه (f_{cy}) زيادة كبيره ويهتم كذلك بأن لايحدث نقص فى المقاومة فى تجارب متلاحقة.

أ - فى حالة مقاومة الخرسانة المميزة للإسطوانه أقل من أو يساوى 350 كجم/سم^2

- يجب أن تحقق المقاومة المميزه الإشتراطات التالية :

(1) المقاومة المميزه هى مقاومة الاسطوانة التى لايزيد احتمال فشل متوسط مقاومة ثلاث اختبارات متتابعة من تحقيق تلك المقاومة عن 1% وينتج من هذا الشرط أن :

$$f_m = f_{cy} + 1.34\,\sigma$$

(2) المقاومة المميزه هى مقاومة الاسطوانة التى لايزيد احتمال نقص المقاومات عنها بمقدار 35 كجم/سم^2 عن 1% وينتج من هذا الشرط أن :

$$f_m = f_{cy} + 2.33\,\sigma - 35.0$$

ب - فى حالة مقاومة الخرسانة المميزه الأكبر من 350 كجم/سم^2 .

- (1) تستخدم الشرط الأول فى البند (أ) .
- (2) المقاومة المميزه هى مقاومة الاسطوانة التى لايزيد احتمال نقص المقاومات عنها بمقدار 0.10 كجم/سم^2 من المقاومة المميزه عن 1% وينتج من هذا الشرط أن :

$$f_m = 0.90\, f_{cy} + 2.33\,\sigma$$

- يحسب σ من نتائج الاختبارات المتوفره لظروف مشابهه بحيث لايقل عدد العينات عن 30
- فى حالة وجود عدد من الاختبارات أقل من 30 وأكبر من أو يساوى 15 يحسب σ used لهذه العينات ويتم تكبير الانحراف المعيارى σ بضربه فى معامل تكبير (f) للحصول على σ used

$$\sigma_{used} = f\,\sigma$$

وتحسب f طبقاً لجدول (4-12) .

جدول (4-12) قيم معامل التصحيح .

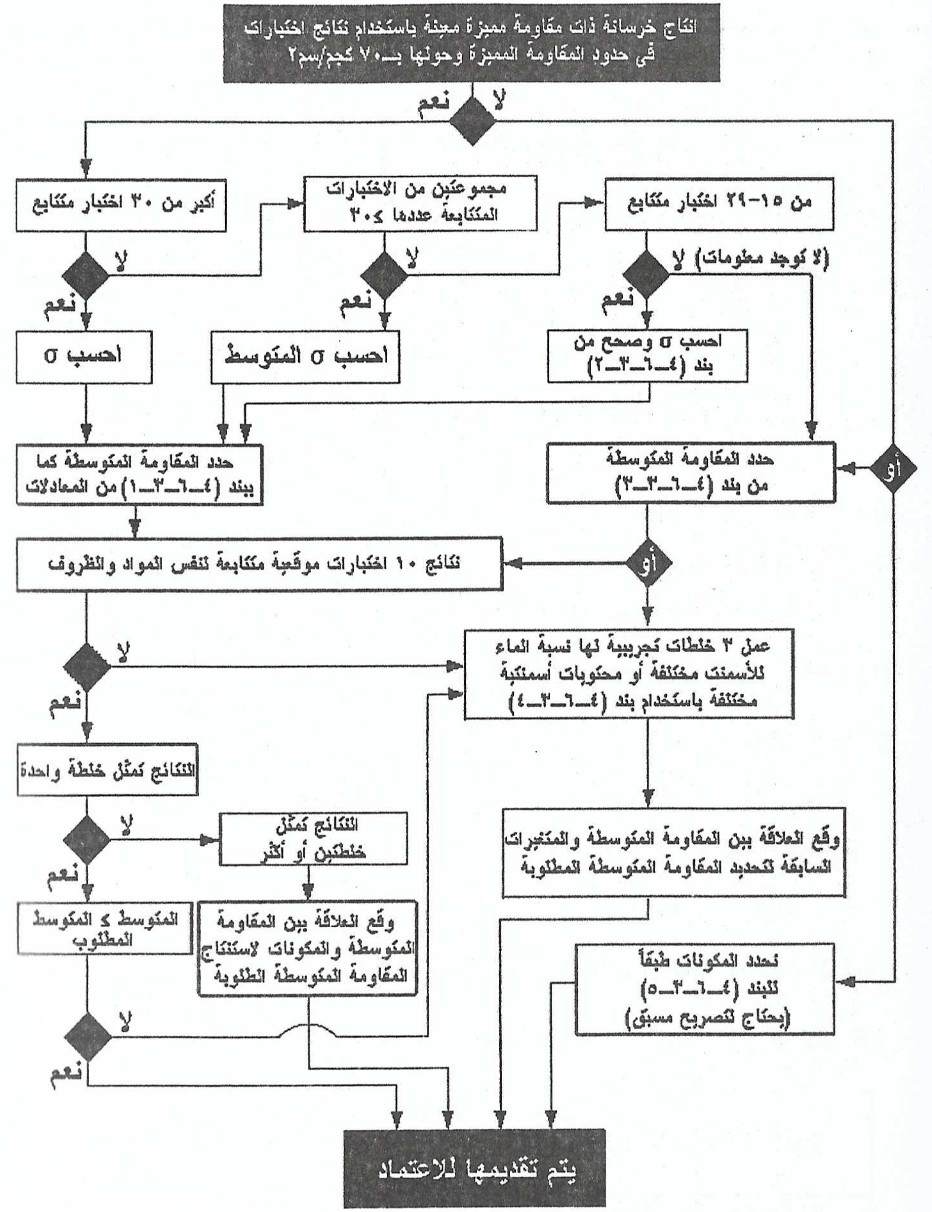
عدد العينات	30	25	20	15
معامل التصحيح f	1	1.03	1.08	1.16

فى حالة عدم وجود معلومات أو عدد اختبارات أقل من 15 إختبار يستخدم هامش آمان كما بجدول رقم (4-13) .

جدول (4-13) هامش الآمان كداله من مقاومة الضغط فى حالة عدم توفر نتائج أو توفر أقل من 15 نتيجه .

مستوى مقاومة الضغط كجم/سم^2 fcy	$f_{cy} < 210$	$210 \leq f_{cy} \leq 350$	$f_{cy} > 350$
هامش الأمان كجم/سم^2 (M)	70	85	$0.10\, f_{cy} + 50$

ويحتوى شكل (4-14) على مخطط يوضح كيفية تصميم الخلطة الخرسانية بناء على توفر أو عدم توفر معلومات سابقة وذلك طبقاً للـ ACI .



شكل (4-14) مخطط يوضح كيفية تصميم الخلطة الخرسانية بناء على توفر أو عدم توفر معلومات سابقة

وبالنسبة لتصميم الخلطة الخرسانية سنجد أنه توجد ثلاثة أسس هى :

(1) بعد معرفة مقاومة تصميم الخلطة ، فإذا توفر على الأقل نتيجة عشرة إختبارات متتالية من خلطة واحدة من نفس الخامات والمواد التى يتم توريدها للموقع وتحت نفس الظروف ، وكانت تمثل خلطة واحدة ، لها مكونات واحدة ، وكان متوسط هذه

(2) الإختبارات العشرة أكبر من أو يساوى مقاومة تصميم الخلطة المطلوبة فإنة يمكن إستخدام نسب الخلط تلك وبذلك يكون المهندس كأنة أجرى عشرة خلطات تأكيدية

(3) نفس الحالة السابقة لكن العشرة اختبارات المتوفرة فى الموقع بنفس الخامات ونفس الظروف كانت تمثل خلطتين أو أكثر وكانت تعطى نتائج قريبة من المقاومة التصميمية للخلطة فيمكن رسم علاقة بين مكونات الخلطات والمقاومة المتوسطة واستخدام المكونات المناسبة التى تحقق المقاومة المتوسطة أو يتم عمل ثلاثة خلطات محاولة فى المعمل وترسم العلاقة بين مقاومة تصميم الخلطة ونسب المكونات (W/C) التى تحقق المقاومة المتوسطة .

(4) بعد حساب مقاومة تصميم الخلطة سواء توفر أو لم يتوفر عدد كاف من المعلومات وفى حالة توفر 10 نتائج فى نفس الموقع ونفس الخامات والظروف والتتابع تعامل معاملة الحالة الأولى والثانية .

(5) فى أى حالة أخرى يتم تصميم الخلطة طبقاً للـ ACI ويتم عمل ثلاثة خلطات فى المعمل بنفس الخامات وإختيار الخلطة التى تحقق المقاومة المطلوبة .

(6) فى حالة عدم وجود معلومات نهائياً . يتم تصميم الخلطة طبقاً لمتطلبات ACI (أنظر جدول رقم (4-13) بحيث تحقق المقاومة المتوسطة المطلوبة ويتم عمل خلطة تجريبية للتأكد من تحقيق المقاومة المتوسطة .

4-7 قبول عينات مقاومة الضغط .

Acceptance of concrete compressive strength tests

4-7-1 مقدمة :

إن صناعة الخرسانة وصب المنشآت يتطلب أمرين الأول هو التأكد من صلاحية الخرسانة حتى يكون المنشأ آمن والثانى هو صرف المستحقات المالية للمقاول ، وليس من المنطقى الإنتظار حتى نهاية صب المنشأ للحصول على عدد كاف من النتائج لنحكم على صلاحية الخرسانة ودفع مستحقات المقاول أو حجز جزء منها ولذلك إتجه العلماء بإستخدام الإحصاء للتغلب على هذه المشكلة عن طريق الحكم على نتيجة عدة اختبارات متتالية بدلاً من استخدام نتيجة الإختبار الواحد .

وكمثال فإذا اعتبرنا نتيجة اختبار واحد يفشل فى تحقيق المقاومة المميزة وحقق مقاومة 86 % من المقاومة المميزة (وبفرض V= 15%) فإن النسبة المئوية لإحتمالات فشل المتوسطات فى تحقيق المقاومة لشرط $fm = fcy + 1.34 \cdot \sigma$ هو 10 % .

وأما إذا إعتبرنا متوسط نتيجة ثلاثة إختبارات متتالية تحقق 1.02 من المقاومة المميزة فإن النسبة المئوية لإحتمالات فشل المتوسطات فى تحقيق شرط المقاومة المميزة السابق هو 1.3 % .

وأما إذا إعتبرنا متوسط نتيجة ستة إختبارات تحقق 1.08 من المقاومة المميزة فإن النسبة المئوية لإحتمالات فشل المتوسطات فى تحقيق شرط المقاومة المميزة هو 0.60 % وبذلك نجد أن إستخدام نتائج ثلاثة إختبارات متتالية أو أكثر يعتبر منهج جيد .

4-7-2 إسلوب معهد الخرسانة الأمريكى فى رفض العينات :

يتم رفض أو قبول عينات مقاومة ضغط الخرسانة للإسطوانات المختبرة فى الموقع كما يلى :

يعتبر الإختبار ناجح إذا تحقق الشرطين التاليين :

1 ـ المتوسط الحسابى لنتائج ثلاث إختبارات متتابعة (6 إسطوانات على الأقل) يجب أن يزيد عن أو يساوى مقاومة الضغط المميزة Fcy أى تؤخذ متوسط نتيجة الإختبار ونتيجة الإختبارين السابقين

2 ـ لا تقل نتيجة الإختبار المفرد عن المقاومة المميزة بما لايزيد عن 35 كجم/سم^2 للخرسانة التى تكون مقاومتها المميزة أقل من أو يساوى 350 كجم/سم^2 ولا تقل عن المقاومة المميزه بما لايزيد عن عشر المقاومة المميزه للخرسانة التى تزيد مقاومتها المميزة عن 350 كجم/سم^2 .
وهذا يعنى أنة إذا فشل الإختبار فى تحقيق المقاومة المميزة فإنة يجب ألا يزيد النقص فى المقاومة لهذا الإختبار عن 35 كجم/سم^2 للخرسانات ذات مقاومة ضغط أقل من أو يساوى 350 كجم/سم^2 ، فى حين أن هذا النقص لايزيد عن 0.10 من المقاومة المميزة للخرسانه عالية المقاومه ويلاحظ أن إحتمال عدم تحقيق الشرطين السابقين لايزيد عن 1 : 17 . وإذا لم تحقق نتيجة الإختبارات الشرطين السابقين فيجب البدأ فوراً فى تحسين مقاومة الخلطة ويجب التأكد من خرسانة الجزء الذى تم صبة .

مثال :

سقف خرسانى مقاومته المميزة للإسطوانة 400 كجم/سم^2 تم إختبار ثلاثة إختبارات وكانت نتائجها 380 ، 400 ، 420 فهل هذه النتائج مقبولة .

الحل :

ـ متوسط الثلاث تجارب = (380 + 400 + 420) × 3/1 = 400 كجم/سم^2 .

ـ المقاومة الدنيا للإختبارات = 380 كجم/سم^2 (فيكون الفرق 20 كجم/سم^2) .

ـ حيث أن الفرق أقل من 40 كجم/سم^2 ومتوسط الإختبارات يساوى المقاومة المميزة تعتبر هذه الإختبارات مسموح بها .

ـ بالنسبة لعينات الخرسانة التى يتم معالجتها بنفس ظروف معالجة الموقع يتم تقييمها طبقاص للبند 5 - 3 - 8 - 2 - هـ وتوجد حالات أخرى يرجع فيها لنفس البند 3 - 8 - 2 وذلك فى الباب القادم .

4 - 7 - 3 اسلوب الكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية (كود 203 – 2007)

يتم الحكم على الخرسانة الطازجة والخرسانة المتصلدة .

4 – 7 – 3 – 1 تقييم الخرسانة الطازجة

يتم الحكم على خواص وإختبارات الخرسانة الطازجه كماهو وارد ببند 5 - 3 - 8 - 1 بجدول رقم (5 - 18) فى الباب القادم .

4 – 7 – 3 – 2 تقييم الخرسانة المتصلدة أثناء التنفيذ .

سمح كود الخرسانة الجديد بعمل تقييم مبدئى لأخذ قرار بالإستمرار فى العمل لحين عمل تقييم نهائى وسيتم توضيح ذلك فى مايلى :

أ ـ تقييم مبدئى :

يتم العمل بهذا التقييم لنتائج اختبارات الضغط الأولية ، وتعتبر نتيجة أى إختبار محققة للمقاومة المميزة للخرسانة اذا تحقق كلا الشرطين الآتيين :
1 ـ ألا تقل نتيجة هذا الإختبار عن المقاومة المميزه للخرسانة بأكثر من 10 % .
2 ـ أن يزيد متوسط نتائج هذا الإختبار والإختبارات الثلاثة السابقة له على المقاومة المميزه بنسبة 10 % على الأقل .

ب ـ تقييم نهائى :

يتم عمل التقييم النهائى لنتائج اختبارات الضغط للخلطة الخرسانية فى حالة توافر 40 نتيجة إختبار أو أكثر ، وتعتبر الخرسانة محققه للمقاومة المميزة إذا كانت نسبة الإختبارات التى لم تحقق المقاومة المميزة التصميمية أقل من أو تساوى 5% من العدد الكلى للإختبارات التى يشملها التقييم .

وفى حالة عدم إستيفاء الشروط الواردة بالبندين أ ، ب يجب الرجوع إلى إستشارى المشروع لإتخاذ اللازم .

ج ـ يحكم على جودة مقاومات الخرسانه بإستخدام معامل التغير كما هو موضح بجدول رقم (4 - 14) .

جدول رقم (4 - 14) إستخدام الكود المصرى لقيم معامل التغير للحكم على جودة الخرسانه .

درجة التحكم	ممتازه	جيد	مقبوله	رديئه
معامل التغير V	أقل من 10	10 - 15	15 - 20	أكبر من 20

4 - 7 - 4 طريقة المواصفات البريطانية BS5328 /1981

أ - مقاومة ضغط مميزة من 75 – 150 كجم/سم^2:
- أن يكون متوسط مقاومة أربعة اختبارات ضغط مكعبات متتالية أكبر من المقاومة المميزة للضغط مضاف إليها 20 كجم/سم^2 .
- أن لاتقل مقاومة ضغط أى إختبار من الإختبارات الأربعة عن المقاومة المميزة مطروح منها 20 كجم/سم^2 .

ب - مقاومة ضغط مميزة أكبر من أو يساوى 200 كجم/ سم^2 .

- أن يكون متوسط مقاومة أربعة اختبارات ضغط مكعبات متتالية أكبر من المقاومة المميزة للضغط مضاف إليها 30 كجم/سم^2 .
- أن لاتقل مقاومة ضغط أى إختبار من الإختبارات الأربعة عن المقاومة المميزة مطروح منها 30 كجم/سم^2 .

4 - 7 - 5 عدد ومعدلات العينات المأخوذه من الموقع .

سيتم تناول عدد ومعدلات العينات فى كل من ACI والكود المصرى فى الباب القادم .

4-7-6 رفض العينات المشكوك فى صحتها :

Rejection of doubtful specimens

لايمكن استبعاد بعض العينات ذات النتائج الشاذه التى توحى بضعف مقاومتها إلا بعد التأكد من أنها جاءت نتيجة عيب يصعب حدوثة أو تكراره . فإذا لوحظ أن مكعب واحد من ثلاثة مكعبات قد نقصت مقاومتة نقص شديد فإنة يمكن إستبعاده بعد دراسة مجموعة من الإختبارات المتلاحقة كما سيرد لاحقاً فى المدى المتحرك حيث يمكن حذف هذا المكعب إذا إنحرفت نتيجته عن القيمة المتوسطة بمقدار (3σ) ويجب تحديد وذكر سبب هذا الإنحراف .

4 -8 منحنيات ضبط الجوده : Quality control charts

4 - 8 - 1 عام :

تستخدم منحنيات ضبط الجودة للتحكم فى جودة صناعة الخرسانة خلال المواقع الكبيرة ومحطات الخلط ومصانع الخرسانة الجاهزة للتعرف على أسباب التغير فى المقاومة ومعرفة وحصر أسباب هذا التغير فى الأيام والشهور اللاحقة بحيث يقل الإنحراف المعيارى ومعامل التغير بمرور الوقت وحيث أن الخرسانة يصعب معاملتها مثل الوحدات الإنتاجية (طوب ، بلاط .....) التى يسهل أخذ مجموعات جزئية منها بعدد كبير لإختبارها كما جاء بالباب الثالث لذلك لجأ المهندسون المدنى لإستخدام ما يطلق علية بالمجموعات المتحركة (Moving subgroup) فمثلاً الإختبار الأول والثانى والثالث والرابع والخامس فى مقاومة الضغط يمثلوا أول مجموعة جزئية والإختبار الثانى والثالث والرابع والخامس والسادس يمثلوا ثانى مجموعة جزئية وبهذا الفكر يمكن رسم منحنيات ضبط جودة للمتوسط المتحرك والمدى المتحرك ويرى المؤلف أنه يمكن إستخدام منحنيات ضبط الجودة فى قبول ورفض نتائج عينات الخرسانة كما سيرد لاحقاً .

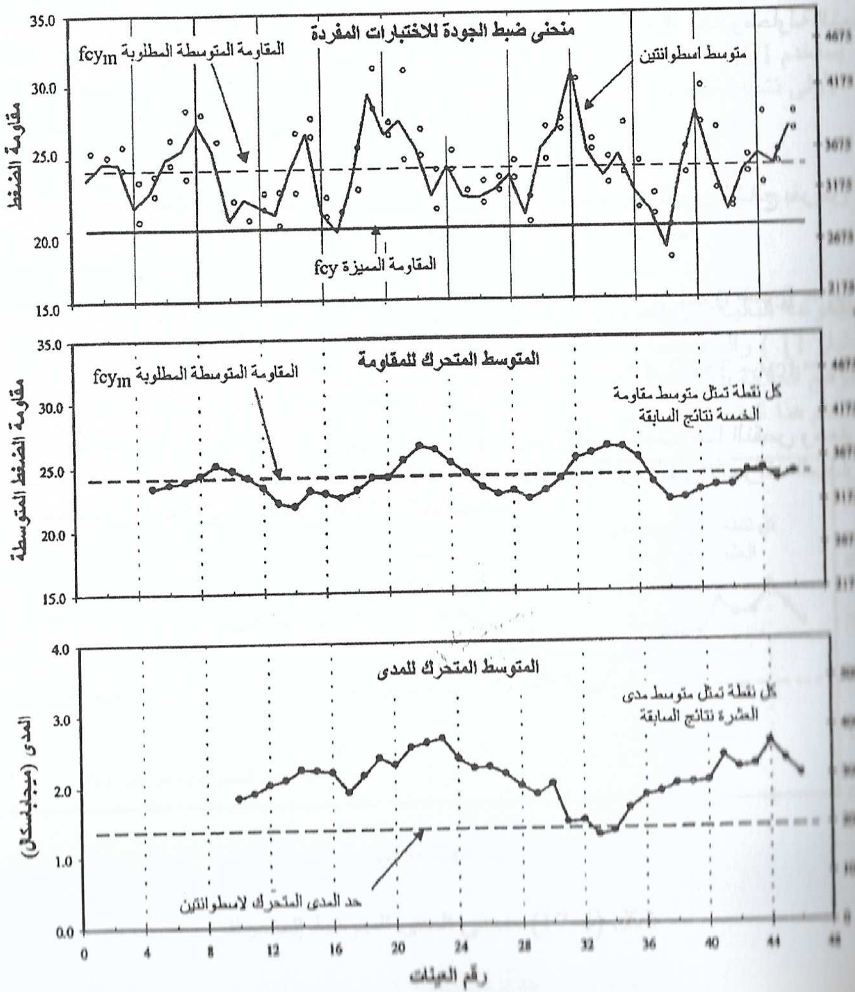
4 - 8 - 2 منحنيات ضبط الجودة طبقاً لـ ACI .

تستخدم ACI ثلاث منحنيات ضبط جودة هى منحنيات ضبط الجوده للإختبارات المفرده ، المتوسط المتحرك و للمدى المتحرك .

أ - منحنى ضبط الجودة للإختبار المفرد :

الإختبار المفرد هو الإختبار القياسى الذى يجرى على عينة مختارة بطريقه قياسية يجرى عليها اختبارات الخرسانة الطازجة وتؤخذ منها مكعبات أو اسطوانات لايقل عدد الإسطوانات للإختبار الواحد عن إثنين طبقاً لـ ACI وينص الكود المصرى على أن تستخدم ثلاث مكعبات .

يتم رسم العلاقة بين رقم الإختبار على محور س ومقاومة عينات الإختبار الواحد المختلفة على محور ص (أنظر شكل 4-15) ويتم رسم خط مستمر يصل بين المقاومات المتوسطة للإختبارات المفردة ويتم توقيع المقاومة المميزة (fcy) والمقاومة المتوسطة المستهدفة (f_m) والمقاومة المتوسطة للنتائج (fcy_{av}) ومن هذا الشكل يحكم المهندس على التغير فى الإختبار ويحصر عدد الإختبارات التى تقل مقاومتها عن المقاومة المميزة ويتم مقارنة المقاومة المتوسطة المستهدفة والمقاومة المتوسطة الفعلية .



ب - منحنى ضبط الجودة للمتوسط المتحرك .

Moving average Quality control chart

يستخدم معهد الخرسانة الأمريكى (ACI) مجموعة جزئية تتكون من خمسة إختبارات لرسم منحنى ضبط الجودة للمتوسط المتحرك فالمجموعة الجزئية الأولى تمثل متوسط الإختبارات الأول والثانى حتى الخامس والمجموعة الجزئية الثانية تمثل متوسط الإختبارات من الثانى حتى السادس . (نستبعد نتائج الأول) والمجموعة الجزئية الثالثة تمثل متوسط الإختبارات من الثالث حتى السابع وهكذا . يتم توقيع قيم متوسط المقاومة المتحركة على محور ص وتوقيع أرقام المجموعات الجزئية على محور س (المجموعة الأولى توقع عند رقم 5 ، المجموعة الثانية عند رقم 6 ....إلخ) ويتم رسم المنحنى بخط متصل. انظر شكل (4-15).

يوصى ACI برسم خط متقطع يمثل المقاومة المميزة .

يقوم المهندس بدراسة :

(1) هل هناك مجموعة جزئية متوسطها لايحقق المقاومة المميزة وما أسبابها ومحاولة التحكم فى هذا العيب .

(2) هل هناك مجموعة جزئية مقاومتها عالية جداً وما أسباب هذه الزيادة ومحاولة التحكم فى صناعة الخرسانة .

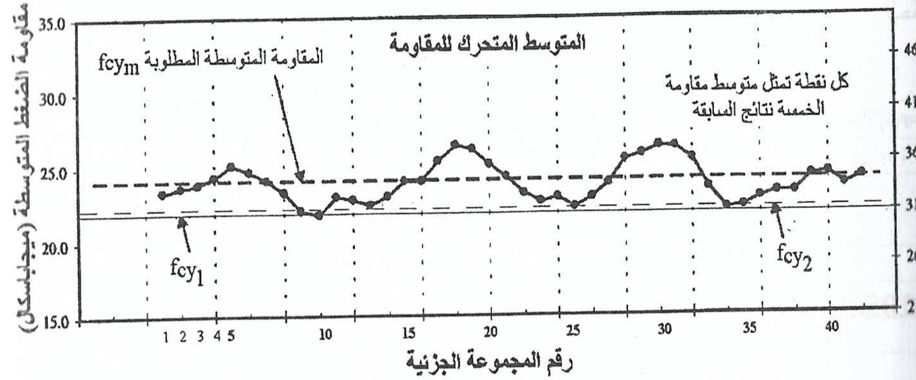
(3) معرفة التغيرات الموسمية وتغييرات المواد .

ويرى المؤلف للتشديد على مهندسى ضبط الجوده لزيادة التحكم وليس لقبول النتائج بفرض أن المجموعه الجزئيه خمسة أو ثلاثة أن يتم رسم خطين الخط الأول عند قيمة .

$$fcy_1 = fcy + 0.44\ \sigma$$

$$fcy_2 = fcy - 35 + 1.49\sigma$$

وأى مقاومة أقل من fcy_1 ، fcy_2 يجب على المهندس مراجعة أسباب هذا النقص ومحاولة استبعادها حتى تتحسن ضبط جودة الخرسانات اللاحقه ونوصى بأن لايقل الإنحراف المعيارى المستخدم فى المعادلتين السابقتين عن 30 كجم/سم2 .



شكل (4-16) شكل تخطيطى لحدود التحكم المقترحة للمتوسط المتحرك .

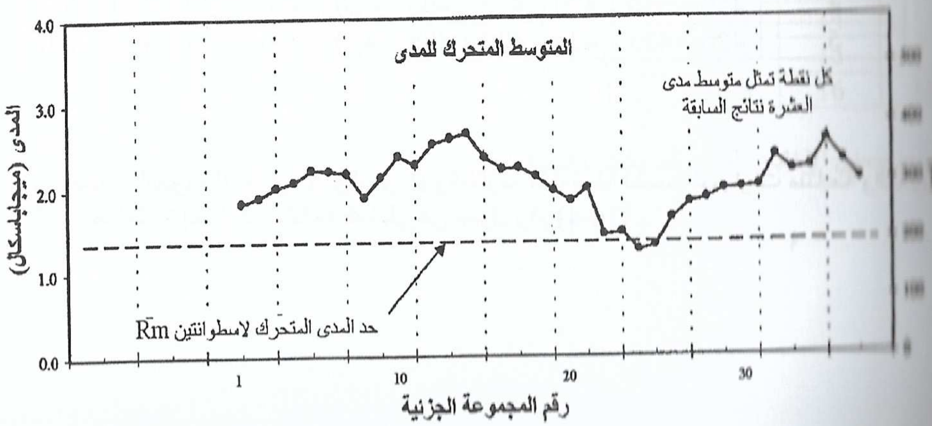
د - منحنى ضبط الجودة للمدى المتوسط المتحرك .

Quality control chart of Moving average for range .

يستخدم ACI مجموعة جزئية تتكون من مدى عشرة اختبارات لرسم ذلك المنحنى فالمجموعة الأولى تشمل متوسط مدى الإختبارات من 1 : 10

$$R1 = \left(\sum_{i=1}^{i=10} Ri \right) / 10$$

والمجموعة الثانية متوسط مدى الإختبارات من 2 وحتى 11 (نستبعد الإختبار الأول ونضيف الإختبار 11) والمجموعة الثالثة متوسط مدى الإختبارات من 3 وحتى 12 وهكذا . يتم توقيع العلاقة بين المدى المتوسط والمجموعة (عدد الإختبارات) كما بشكل (4-15) و(4-17) ويستخدم هذا المنحنى فى الحكم على الإختلاف فى الإختبار الواحد وهل نتائج العينات الشاذه تمثل



شكل (4-17) منحنى المدى المتوسط المتحرك

أمر واقع أم أنه حدث غير متكرر حيث لو تكرر زيادة R فى خلال 10عينات ستكون ذلك ظاهرة يجب حلها أما إذا لم يزد R دل ذلك على أن عينة معينة واجهتها ظروف غير طبيعية وللحكم على الجودة يوضع حد الجودة والمتمثل فى المدى المقبول ($\overline{R}m$) .

$$\overline{R}\,m = fcym \;.V1.d_2$$

حيث

المقاومة المتوسطة للنتائج = fcym

معامل التغير خلال الإختبار = V1 وتؤخذ قيمتة = 5 % للجودة المناسبه .

معامل لحساب الإنحراف المعيارى = d_2 .

فإذا كانت التجربة تمثل بعينتين فيكون $\overline{R}m$ كما يلى .

$$\overline{R}m = 0.05 \times 1.128 fcy_m = 0.0564 \;\; fcy_{av}$$

حيث fcyav = متوسط المقاومات

وإذا كانت التجربة تمثل بثلاث عينات فيكون $\overline{R}m$ كما يلى .

$$\overline{R}m = 0.05 \times 1.693 fcy_m = 0.08465 \;\; fcy_{av}$$

- يقوم المهندس بدراسة المجموعات الجزئية التى يزيد فيها R عن $\overline{R}m$ ويحاول معرفة أسبابها لإصلاحها .

مثال :

الجدول التالى (4-15) يوضح نتائج إختبار ضغط اسطوانات كجم/سم^2 تمثل 25 إختبار إحسب وإرسم منحنيات ضبط الجودة الثلاث إذا علم أن المقاومة المميزة 380 كجم/سم^2 والمقاومة التصميمية للخلطة 445 كجم/سم^2 .

جدول (4-15) .

1	430 – 435	440 – 465	400 – 425	400 – 475	420 – 425
2	490 – 420	430 – 510	415 – 420	425 – 425	420 – 450
3	440 – 490	430 – 425	420 – 425	410 – 430	415 – 415
4	450 – 550	420 – 430	400 – 420	450 – 430	420 – 460
5	420 – 425	430 – 420	425 – 430	450 – 430	400 – 480

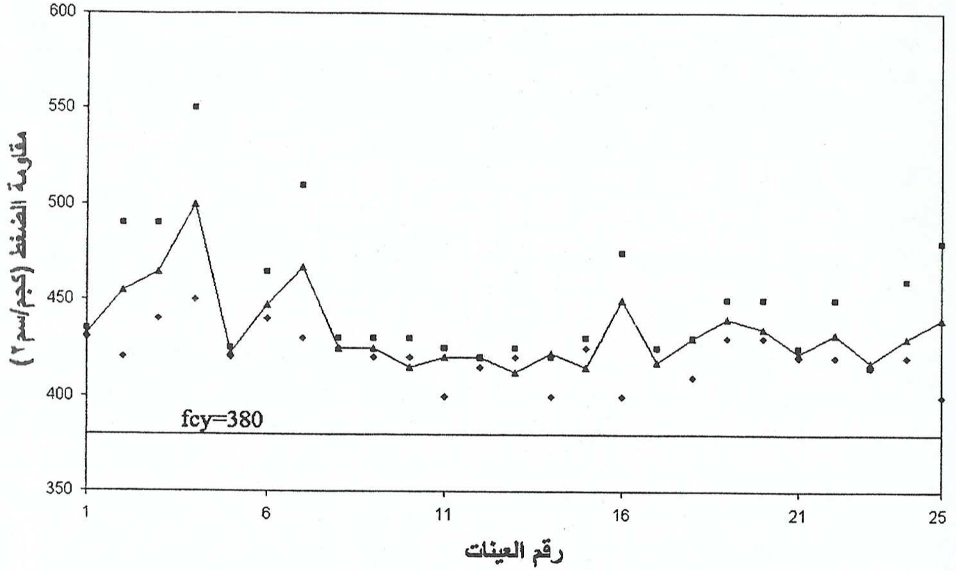
الحل :

يتم حساب المقاومة للإختبار $\overline{X}$ والمدى R والمقاومة المتوسطة لخمسة إختبارات متتابعة والمدى المتوسط لعشرة إختبارات متتابعة كما يلى فى جدول رقم (4-16) .

جدول رقم (4-16)

No. of test	$\overline{X}$	R	Moving $\overline{X}$		Moving R	
			SubG.	$\overline{X}$	SubG.	R
1	432.5	5				
2	455.0	70				
3	465.0	50				
4	500.0	100				
5	422.5	5	1	455.0		
6	452.5	25	2	459.0		
7	470.0	80	3	462.0		
8	427.5	5	4	454.5		
9	425.0	10	5	439.5		
10	425.0	10	6	440.0	1	35
11	412.5	25	7	432.0	2	38
12	417.5	5	8	421.5	3	31.5
13	422.5	5	9	420.5	4	27
14	410.0	20	10	417.5	5	19
15	427.5	5	11	418.0	6	19
16	457.5	35	12	427.0	7	20
17	425.0	0	13	428.5	8	12
18	420.0	20	14	428.0	9	13.5
19	440.0	20	15	434.0	10	14.5
20	440.0	20	16	436.5	11	15.5
21	422.5	5	17	429.5	12	13.5
22	435.0	30	18	431.5	13	10
23	415.0	0	19	430.5	14	15.5
24	440.0	40	20	430.5	15	17.5
25	440.0	80	21	430.5	16	25

ونرسم منحنى الإختبار المفرد كما بشكل رقم (4-18)



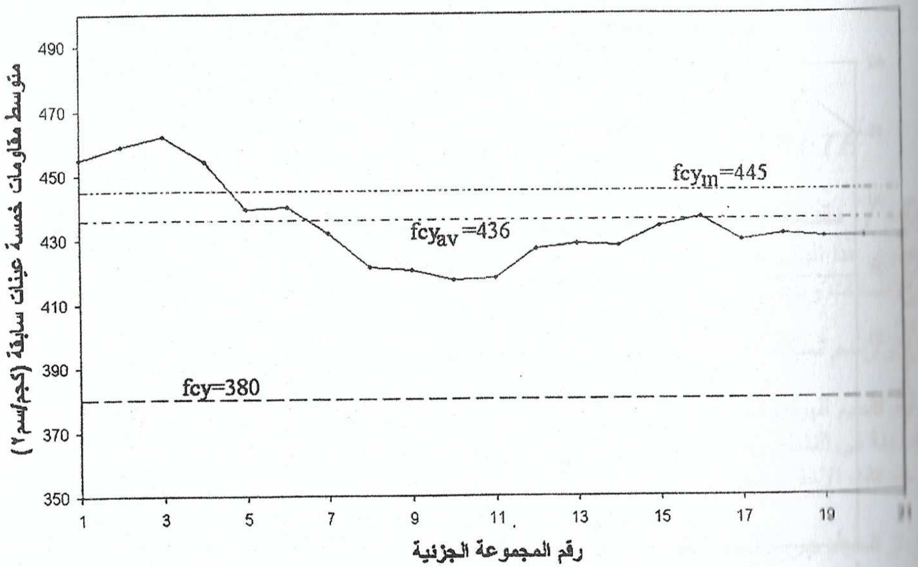
شكل (18-4) منحنى الإختبار المفرد .

$\overline{X} = 436$ $\sigma = 21$

- نرسم خط لـ fcy = 380 كجم/سم^2 .
- نرسم خط لـ fcym = 445 كجم/سم^2 .
- المقاومة المتوسطة للنتائج = 436 كجم/سم^2 .

∴ الخلطة لم تحقق المقاومة التصميمية المطلوبة للخلطة وبالرغم من ذلك .

- جميع التجارب حققت المقاومة المميزة وهذا يدل على أن هامش الآمان كان كبير .
- يتم رسم منحنى Moving average كما بشكل رقم (19-4) .



شكل رقم (19-4) منحنى Moving average

- ارسم خط fcy = 380 كجم /سم^2 .

جميع المجموعات الجزئية تحقق هذا الشرط .

- مايلي رؤية المؤلف وحيث أن σ أقل من 30 لذلك نعوض بـ $\sigma = 30$

- ارسم خط .

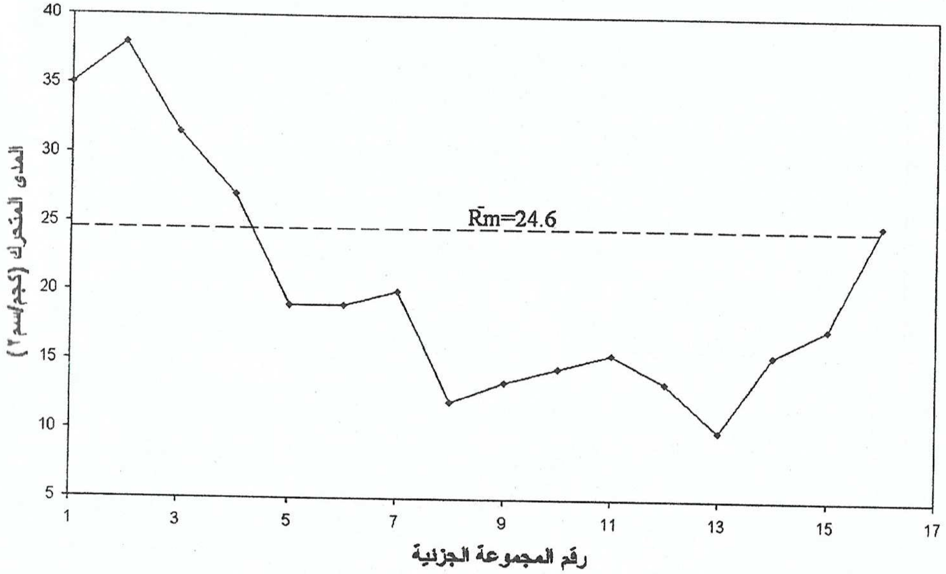
$$fcy_1 = fcy + 0.44\sigma = 380 + 0.44(30) = 393$$

نلاحظ أن هذا الشرط تحقق لكل المجموعات الجزئية .

$$fcy_2 = fcy + 1.49\sigma = (380) + 1.49 \times 30 = 390$$

جميع المجموعات الجزئية تحقق هذا الشرط ولذلك تعتبر النتائج جيدة ومقبولة .

- ارسم منحنى المدى المتحرك كما بشكل رقم (20-4) .



شكل رقم (4-20) منحنى المدى المتحرك .

- حد المدى المتحرك الجيد $\overline{R}m$ لعينتين .

$$\overline{R}m = 0.0564 \ \ fcy_{av}$$

$$\overline{R}m = 0.0564 \ (436) = 24.6 \, kg \ / \ cm^2$$

- نرسم خط أفقى بهذا الحد .

نلاحظ أن :

- أول 4 مجموعات جزئية لها مدى متحرك أكبر من المسموح به ونلاحظ أنها فى الفترة الأولى ولذلك يجب دراسة الأسباب .
- باقى المجموعات الجزئية جيدة ولكن أخر مجموعة جزئية أعطت نتائج قريبة من الحد .

- التحليل النهائى لهذا التقرير .
- المقاومات التى تم الحصول عليها تحقق بأمان المقاومة المميزة .
- التغير فى الإختبارات فى المراحل الأولى كان غير جيد ثم تحسن مع مرور الزمن .

الباب الخامس

ضبط الجودة للخرسانة المسلحة

QUALITY CONTROL OF REINFORCED CONCRETE

5 - 1 مقدمة :

يحتوى هذا الباب على اسلوب ضبط الجودة لبنود الخرسانة المسلحة ويشمل ضبط جودة الركام والإضافات وصلب التسليح .

5-2 رسم شبكة الأنشطة :

يتم تقسيم الهيكل الخرسانى لأنشطة مختلفة ويتم رسم شبكة للأنشطة ولكل نشاط يتم حصر المواد الداخلة فى النشاط ولكل نشاط يوضع أسس ضبط جودتة من جهة المواد وتحديد عدد التجارب ومعدلات الإختبار لكل بند من بنود الخرسانة المسلحة .

5-3 ضبط جودة الخرسانة فى كل نشاط به خرسانة .

5-3-1 حصر النشاط .

يتم حصر خرسانة كل نشاط وتحويلها بمعلومية تصميم الخلطة واللوح التنفيذية الى :

1 - حجم الركام الكبير (م^3) شاملاً نسبة إهلاك .
2 - حجم الرمل (م^3) شاملاً نسبة إهلاك .
3 - الإضافات الكيميائية (لتر) .
4 - صلب التسليح (بالطن) .

5 - 3 - 2 ضبط جودة الركام الكبير .

5-3-2-1 الإستلام بالفحص البصرى .

يقوم مفتش ضبط جودة تم تدريبة تدريباً جيداً بإستلام شحنات الركام الكبير ويشمل عملة التأكد من نوعية الركام الذى يجب أن يملأ الشاحنة وفحص الركام بالعين المجردة لأخذ قرار بإستلامة أم لا ويقوم المهندس بعمل مستند إستلام ضبط جودة لكل يوم توريد وجدول رقم (5-1) يمثل مثال لذلك

جدول رقم (5-1) مستند إستلام الفحص البصرى لركام كبير مقاس 1 بوصة ليوم السبت الموافق 2010/10/27 م .

رقم الشحنة	توقيت التوريد	حجم الشاحنة	المقاس الإعتبارى الأكبر المتوقع	الركام متدرج أم لا	هل توجد مواد غريبة	الركام مقبول أم لا	إسم المفتش
1	8 ص	12	"1	متدرج	لا	نعم	حامد
2	10ص	11	"1.5	غير	لا	لا	سماره حامد
3	12ص	12	"1	متدرج	لا	نعم	محمد الحنفى
4	2 م	12	"4/3	متدرج	لا	نعم	أحمد جبر
5	8 م	12	"1	متدرج	لا	نعم	خالد محمد

حجم الركام المستلم فى يوم 2010/10/27 م = 12 ×4=48 م^3 .

ـ فى حالة اصرار المورد على أن الشحنة (2) مطابقة يتم انزالها فى مكان منفصل ويجرى عليها الإختبارات اللاحقة مع تعهد المورد بعدم المحاسبة عليها مالياً فى حالة فشلها فى التجارب ونقلها على نفقتة .

5 – 3 – 2-2 الإستلام بإختبارات ضبط الجودة .

جدول رقم (5-2) يحتوى على الإختبارات المطلوبة بواسطة الكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية والذى يتضح منه أن التجارب التى يتم إجراؤها مذكورة فى كتاب أساسيات تكنولوجيا الخرسانة للمؤلف وللتعرف على ملخص لهذة الإختبارات سنتناولها بإختصار فيما يلى .

جدول رقم (5-2) دورية اختبارات ضبط جودة مواد الخرسانة والخرسانة المسلحة .

المادة	الإختبار	تكرار الإختبارات (حد أدنى)	
أسمنت	ـ الخصائص الفيزيائية والميكانيكية	ـ عند بداية التوريد وكلما تغير المصدر وكل شهر من المخزون وكلما استدعى الأمر	
	ـ زمن الشك		
	ـ ثبات الحجم		
	ـ مقاومة الضغط للمونة الأسمنتية		
الركام	ـ مقاومة البرى	ـ عند اعتماد المصدر ، عند بداية التوريد وعند تغير المصدر	
	ـ معامل التهشيم		
	ـ معامل الصدم		
	ـ النشاط القلوى للصخور الكربوناتية	ـ إذا أستدعى الأمر	
	ـ الفحص البصرى	ـ كل شحنة	
	ـ التدرج الحبيبى	ـ كل 100 م^3 توريد	
	ـ الطين والمواد الناعمة	ـ كل 100 م^3 توريد	
	ـ الشوائب العضوية بالنسبة للركام الصغير	ـ عند بداية التوريد وكل 500 م3 من كل شحنة	
	ـ محتوى الكبريتات على هيئة SO_3		
	ـ محتوى الكلوريدات على هيئة $C\overline{L}$		
	ـ ثبات الحجم		
ماء الخلط	ـ تقدير المواد العالقة	ـ عند البدء فى الإستخدام لأول مرة (بإستثناء ماء الشرب) وعند تغيير المصدر	
	ـ الكلوريدات على هيئة $C\overline{L}$		
	ـ الكبريتات على هيئة $S\overline{O3}$		
	ـ الأملاح الكلية الذائبة		
الإضافات	ـ متطلبات التجانس	ـ قبل التعاقد والتوريد كل شحنة	
	ـ متطلبات الأدائية		
صلب التسليح وصلب الشبك		عدد العينات لرسالة حتى 50 طن	عدد العينات لرسالة أكبر من 50 طن
	ـ المقاسات والأوزان	2	3
	ـ الشد	2	3
	ـ الثنى على البارد	2	3
	ـ اختبارات خاصة	1	1

ا ـ إختبارات التفاعل القلوى للركام .
ويتم إجراؤها مرة واحدة خلال المشروع بشرط عدم تغيير المصدر وتشمل :
ـ عمل تحليل للركام بالأشعة السينية المفرقة .

(X-Rey Diffraction Analysis ASTM C295)

ويتم تصوير الركام بالميكروسكوب الإلكترونى ويقوم الجيولوجى ببيان مكونات الركام الكيميائية وهل هو سليسى أم كربوناتى وهل توجد مواد قابلة لإحداث التفاعل القلوى السليسى أو التفاعل القلوى الكربوناتى ؟

ـ فى حالة إحتمال حدوث تفاعل قلوى سليسى يتم :
(ا) إجراء إختبار قابلية الركام للنشاط السليسى (ASTM C 289) وهى تجربة كيميائية سريعة يتم قياس قلوية محلول Na OH موضوع فية مسحوق الركام المختبر عند 80 درجة مئوية ويتم تحديد السليكا الذائبة وبدلالة السليكا الذائبة والخفض فى القلوية نحكم على نشاط الركام إبتدائياً .

ب ـ يتم إجراء إختبارات الآدائية والحكم على صلاحية الركام كما هو وارد فى جدول (5-3).

جدول (5-3) الاختبارات المطلوبة للكشف عن التفاعل القلوى السليسى

رقم الاختبار	التحليل	مدى الصلاحية للاستخدام	الإجراء
1ـ اختبار تمدد منشور المونة المعجل ASTM C1260	يقاس تمدد المنشور خلال 14 يوم	يستخدم الركام إذا لم يزد التمدد على 0.10%	يجرى الاختبار رقم 2 إذا كان التمدد بين 0.1 ، 0.2 % ويرفض الركام إذا زاد التمدد على 0.2%
2ـ التفاعل القلوى على منشور من الخرسانة ASTM C 1293-01	يقاس التمدد خلال عام	يستخدم الركام إذا قل التمدد عن 0.04%	يستبعد الركام إذا زاد التمدد على 0.04 %

ـ فى حالة إحتمال حدوث تفاعل قلوى كربوناتى فى بعض أنواع الحجر الجيرى الدولوميتى . يتم إجراء إختبارات الأدائية والحكم على نشاط الركام طبقاً لجدول رقم (5-4) .

جدول (5-4) الاختبارات المطلوبة للكشف عن التفاعل القلوى الكربوناتى

رقم الاختبار	التحليل	مدى الصلاحية للاستخدام	الإجراء
1ـ التفاعل القلوى لإسطوانة من الصخر ASTM C 1260	يتم تحديد التمدد خلال عام	يستخدم الركام إذا قل التمدد عن 0.10%	يجرى الاختبار 2 إذا كان التمدد أكبر من 0.1 %
2ـ التفاعل القلوى على منشور من الخرسانة ASTM C1105-9	يتم تحديد التمدد خلال عام	يستخدم الركام إذا قل التمدد عن 0.015% عند عمر 3 شهور 0.025% عند عمر 6 شهور 0.030% عند عمر سنة	يستبعد الركام إذا زاد التمدد على 0.04 %

ج ـ باقى الإختبارات العملية موضحة بجدول رقم (5-2) وكذلك فى المواصفات القياسية

والمعدلات الدنيا لتكرار الإختبارات موجودة أيضاً فى جدول رقم (5-2) .

والجداول من (5-5) وحتى (5-10) يحتوى على وزن عينات الإختبار التى ترسل للمعامل وحدود المواصفات المصرية والعالمية التى يمكن إستخدامها للحكم على نتائج تلك الإختبارات وبيانها كالتالى :

جدول (5-5) عدد النقط التى تؤخذ منها عينات الركام ووزن العينة

المقاس الإعتبارى للركام (مم)	المناخل القياسية		عدد نقط أخذ الركام	ووزن كمية الركام المأخوذة عند كل نقطة (كيلو جرام)	وزن العينة الكلية (كيلو جرام) فى الموقع	وزن عينة الإختبار (كيلو جرام) المرسلة للمعمل
	رقم المنخل	العرض الأسمى للفتحة (مم)				
40	7	37.5	20	10	200	50
32	8	28	20	10	200	50
25	10	20	20	10	200	50
20	11	20	20	5	100	25
16	12	14	20	5	100	25
10	15	10	20	4	80	20
5	19	5	10	4	40	10

- جدول رقم (5-6) حدود تدرج الركام الكبير (ASTM C33-78) .

جدول رقم (5-6) حدود ASTM C33-78 للركام الكبير

مقاس اعتبارى أكبر بوصة	˝2	˝1.5	˝1	˝4/3	˝2/1	˝8/3	˝16/3	8	16
من 2˝ الى منخل رقم 4	100-95	—	70-35	—	30-10	—	5-0	—	-
من 1.5˝ الى منخل رقم 4	100	100-95	—	70-35	—	30-10	5-0	—	-
من 1˝ الى منخل رقم 4	—	100	100-95	—	60-25	—	10-0	5-0	-
من 4/3˝ الى منخل رقم 4	—	—	100	100-90	—	55-20	10-0	5-0	-
من 2/1˝ الى منخل رقم 4	—	—	—	100	100-90	70-40	15-0	5-0	-
من 8/3˝ الى منخل رقم 8	—	—	—	—	100	100-85	30-10	10-0	5-0

- حدود المواصفات المصرية للركام الكبير:

- جدول (5-7) حدود تدرج الركام الكبير طبقاً للـ B.S.882.1973 والمصرى .

جدول (5-7) يحتوى على حدود المواصفات المصرية والـB.S.882:1973.

مقاس فتحة المنخل (مم)	النسبة المئوية المارة بالوزن						
	ركام متدرج (مم)			ركام بمقاس مفرد(مم)			
	5 - 40	5-20	5-10	40	20	14	10
50.00	100	—	—	100	—	—	—
37.50	100-90	100	—	100-85	100	—	—
20.00	70-35	100-90	100	25-0	100-85	100	—
14.00	—	—	100-90	—	—	100-85	—
10.00	40-10	60-30	85-50	5-0	25-0	50-0	100
5.00	5-0	10-0	10-0	—	5-0	10-0	50-100
2.36	—	—	—	—	—	—	30-0

جدول رقم (5-8) حدود القبول والرفض للركام الشامل

مقاس فتحة المنخل (مم)	النسبة المئوية للمار من المنخل		
	المقاس الإعتبارى 40مم	المقاس الإعتبارى 20مم	المقاس الإعتبارى 10مم
50.00	100	—	—
37.50	100-95	100	—
20.00	80-45	100-95	—
14.00	—	—	100
10.00	—	—	100-95
5.00	50-25	55-35	65-30
2.36	—	—	50-20
1.18	—	—	40-15
0.60	30-8	35-10	30-10
0.30	—	—	15-5
0.15	8-0	8-0	8-0

- جدول رقم (5-9) الحدود المسموح بها لبعض الخواص الفيزيقية والميكانيكية للركام (الكود المصرى للخرسانة)

الخاصية *	الحد الأقصى المسموح به	
	الركام الكبير	الركام الصغير
1- النسبة المئوية بالوزن للمواد الناعمة المارة من منخل 75 ميكرون (منخل رقم 200)	للزلط وكسر الزلط 1 % لكسر الحجاره ** 3 %	الرمل الطبيعى (3%) رمل ناعم من كسر الحجاره **(5%)
2- النسبة المئوية بالوزن للتكتلات الطينية والمواد القابلة للتفتت	للزلط وكسر الزلط 1 % لكسر الحجاره 3 %	3 %
3 - الصلادة معبراً عنها بالنسبة المئوية بالوزن للمار من منخل 1.7 مم بعد 500 دورة تفتت فى ماكينة لوس أنجلس	للزلط وكسر الزلط 20 % لكسر الحجاره 30 %	—
4 - دليل التفلطح Flakiness Index	25 % ***	—
5 - دليل العصوية (الإستطالة) Eongation Index	25 % ***	—
6 - النسبة المئوية للإمتصاص الطبيعى بعد 24 ساعة ****	للزلط وكسر الزلط 1 % لكسر الحجاره 2.5 %	2 %
7 - معامل التهشيم	للخرسانة غير المعرضه أسطحها للتآكل 30 % للخرسانه التى تتعرض أسطحها للتآكل 25 %	—
8 - معامل الصدم	للخرسانة غير المعرضه أسطحها للتآكل 45 % للخرسانه التى تتعرض أسطحها للتآكل 30 %	—

* تحدد هذه الخواص بالإختبارات الوارده بالمواصفات القياسية المصرية .

** بشرط خلوها من الطين والطمى والطفله .

*** فى حالة زيادة نسبة التفلطح أو العصويه فيجب أخذ ذلك فى الإعتبار عند تصميم الخلطه .

- جدول رقم (5-10) يحتوى على الحدود المسموح بها للكلوريدات والكبريتات بالركام وثبات الحجم للركام)

جدول (5-10) الحدود المسموح بها للكلوريدات والكبريتات بالركام وثبات الحجم للركام

الخاصية *	الحد الأقصى كنسبه مئوية من وزن الركام	
	الركام الكبير	الركام الصغير
1 - محتوى الكلوريدات القابله للذوبان فى الماء (Cl^-) **	0.04%	0.06%
2 - محتوى الكبريتات الكليه على هيئة (SO_3) ***	0.4%	0.4%
3 - ثبات الحجم الكيميائى(معبراً عنه بالنسبة المئوية للفاقد فى الوزن) 3 - أ - التعرض لـ 5 دورات فى محلول كبريتات الصوديوم . 3 - ب - التعرض لـ 5 دورات فى محلول كبريتات المغنسيوم .	 12 18	 10 15

5-3-3 ضبط جودة الركام الصغير :

5-3-3-1 الفحص البصرى :

يتم عمل مستند إستلام ضبط الجودة للرمل لكل يوم توريد وجدول رقم (5-11) يوضح مثال لذلك

جدول رقم (5-11) مستند إستلام الفحص البصرى للرمل فى يوم السبت الموافق2010/10/27 م

رقم الشحنة	توقيت التوريد	حجم الشاحنة م3	الخشونة			به نسبة عالية من التكتلات	به مواد طباشيرية أو فحم	الركام مقبول أم لا	اسم المفتش
			عالى	متوسط	ناعم				
1	8ص	12	—	✓	—	لا	لا	لا	محمد جاب الله
2	11ص	12	—	✓	—	لا	لا	لا	محمد جاب الله
3	4م	12	—	—	✓	✓	لا	لا	أحمد جابر

- حجم الرمل المستلم يوم 2010/10/27 م 36 $م^3$.
- فى حالة إصرار المورد على أن الشحنة (3) مطابقة للمواصفات فيتم إنزالها فى مكان منفصل حتى تظهر نتائج الإختبار ويقر المورد بعدم المحاسبة المالية لهذه الشحنة فى حالة فشل الإختبارات

5-3-3-2 الإستلام بناء على الإختبارات المعملية :

جدول رقم (5-2) يحتوى على الإختبارات التى يجب إجراؤها على الرمل ومعدلاتها ويجب حساب معاير نعومة الرمل المستخدم وتتطلب مواصفات ASTM أن لايقل معاير نعومة الرمل عن 2.3 ويتطلب كود الخرسانة المسلحة المصرى أن لايقل معاير نعومة الرمل المستخدم فى الخرسانة سابقة الإجهاد عن 2.6 .

جدول رقم (5-12) يحتوى على متطلبات المواصفات المختلفة لتدرج الرمل .

جدول (5-12) يحتوى على % للمار للرمل لمتطلبات المواصفات المختلفة.

منخل ASTM رقم	ASTM % للمار	منخل المصرية B.S.	% للمار للمنطقة (مصرى و B.S.)			
			1	2	3	4
8\3	100	9.5 مم	100	100	100	100
16\3	100-90	4.75 مم	100-95	100-90	100-90	100-95
8	100-80	2.36 مم	95-60	100-75	100-85	100-95
16	85-50	1.18 مم	70-30	90-55	100-75	100-90
30	60-25	600 ميكروم	34-15	59-35	79-60	100-80
50	30-10	300 ميكروم	20-5	30-8	40-12	50-15
100	10-2	100 ميكروم	10-0	10-0	10-0	10-0

- جدول رقم (5-10) يحتوى على الحدود المسموح بها للكلوريدات والكبريتات وثبات الحجم ينصح بالرجوع للمواصفات القياسية القومية والعالمية للتعرف على كيفية إجراء الإختبارات المختلفة للركام ويمكن الرجوع لكتاب أساسيات تكنولوجيا الخرسانة للمؤلف .

5-3-4 *ضبط جودة ماء الخلط :*

جدول (5-2) يحتوى على التجارب المطلوب إجراؤها للماء ومعدلات هذه التجارب ويجب أن يحقق الماء ما يلى :

ألا يزيد محتوى الأملاح والمواد الضاره على :

2.00 جرام فى اللتر من الأملاح الكلية الذائبه (T.D.S) .
0.50 جرام فى اللتر من أملاح الكلوريدات على هيئة Cl^-
0.30 جرام فى اللتر من أملاح الكبريتات على هيئة SO_3 .
1.00 جرام فى اللتر من أملاح الكربونات والبيكربونات .
0.10 جرام فى اللتر من أملاح كبريتيد الصوديوم .
0.20 جرام فى اللتر من المواد العضوية .
2.00 جرام فى اللتر من المواد غير العضوية وهى الطين والمواد العالقه .

- لايقل بصفة عامة - الأس الهيدروجينى (PH) لماء الخلط عن (7) ، ويجب إجراء تحاليل لمعرفة الرقم الفعلى قبل استخدام الماء وذلك فى حالة إستخدام مياه بخلاف مياه الشرب .

وفى حالة استخدام مياة جوفية فيجب عمل اختبارات ضبط جودة على فترات لإحتمال حدوث تغيير فى الأملاح الموجوده بالماء .

5-3-5 *ضبط جودة الأسمنت :*

- يجب على المفتش التأكد من أماكن وطريقة تخزين الأسمنت وحمايتة من الأمطار والماء الجوفى (م.ق.م 1998/3375 وتعديلاتها الحديثة) .

- يقوم المهندس بحساب كمية الأسمنت التى سوف يستخدمها خلال شهر فقط حتى لاتزيد فترة التخزين وذلك بشرط توافر المصادر الماليـة والمصادر الأخرى .

- يتم إجراء الإختبارات المذكورة فى جدول (5-2) بمعدلاتها .

- جدول رقم (5-13) يحتوى على متطلبات المواصفات المصرية (القديمة) لأنواع الأسمنت شائعة الإستخدام ويحدد مقاومة الضغط لمكعب مونة مساحة مسطحة 500 مم^2 .

جدول رقم (5-13) حدود المواصفات لمقاومة الضغط لمكعبات المونة الأسمنتية (نيوتن/مم2)

نوع الأسمنت	بعد 24 ساعة لاتقل عن	بعد 3 أيام لاتقل عن	بعد 7 أيام لاتقل عن	بعد 28 يوم لاتقل عن
أسمنت بورتلاندى عادى	—	18	27	36
أسمنت بورتلاندى سريع التصلد	—	24	31	40
أسمنت بورتلاندى مقاوم للكبريتات	—	18	27	36
أسمنت بورتلاندى منخفض الحرارة	—	7	13	27
الأسمنت البورتلاندى الأبيض	—	18	27	36
الأسمنت البورتلاندى المخلوط بالرمل	—	12	20	27
أسمنت بورتلاندى ذو النعومة 4100	10	25	32.5	40
أسمنت حديدى	—	13	21	34
أسمنت عالى الألومينا 80 70 50 40	25 30 50 50	—	—	—

- المواصفات المصرية القديمة .

وبالنسبة للمواصفات الجديدة يرجع لكتاب أساسيات تكنولوجيا الخرسانة .

5-3-6 *ضبط جودة صلب التسليح :*

1 - يتم حصر صلب التسليح للنشاط وعمل تفريد للصلب وفى حالة الحاجة لإستبدال أقطار بدلاً من أقطار معينة فيجب أخذ موافقة كتابية من الإستشارى .
2 - يجب تجهيز أماكن لرص صلب التسليح بعد توضيبه ووضع علامات عليه توضح أماكن تركيبة فى السقف أو الأعمدة أو الأساسات ويجب أن يكون بعيد عن الزيوت والشحوم والأتربة ويجب تنظيفه قبل رصه ويجب تجهيز بسكوت بسمك يساوى سمك الغطاء الخرسانى لكل عضو من الأعضاء .
3 - فى حالة ماتكون سعر الصلب منخفض يمكن للمهندس تخزين كمية تتناسب مع مصادره المالية أما فى حالة غلو الأسعار فيجب توريد كميات صغيرة إلا فى حالة إحتمال زيادة الأسعار .
4 - يتم تحديد وزن كل قطر وبناء على جدول رقم (5-2) تجرى الإختبارات على الصلب بالمعدل المذكور . ويتم الحكم على جودة الصلب كما فى جدول (5-14 - أ) من جهة الخواص الميكانيكية .

- وجدول (5-14 - ب) يوضح حدود العناصر الكيميائية الموجودة فى الأسياخ .

جدول رقم (5 - 14 - أ) الخواص الميكانيكية لأنواع الصلب (الحد الأدنى) .

نوع الصلب	الرتبة	حالة سطح الأسياخ	إجهاد الخضوع أو 0.5 % إجهاد الضمان ن/مم^2 (حد أدنى)	مقاومة الشد القصوى ن/مم^2 (حد أدنى)	النسبة المئوية للإستطالة (حد أدنى) % (ل=10ق)*	الثنى على البارد	
						قطر السيخ (مم)	قطــر الدوران
صلب طرى عادى	350/240	أملس	240	350	20	أقل من أو يساوى25 أكبر من 25	2 ق 3 ق
	450/280		280	450	18	أقل من أو يساوى25 أكبر من 25	2 ق 3 ق
صلب عالى المقاومة	520/360	ذو نتوءات	360	520	12	أقل من أو يساوى20 أكبر من 20، وأقل من أو يساوى 36	4 ق 5 ق
	600/400	ذو نتوءات	400	600	10	أقل من أو يساوى20 أكبر من 20، وأقل من أو يساوى 25 أكبر من 25، أقل من أو يساوى 36	4 ق 5 ق 6 ق
صلب شبك ملحوم مسحوب على البارد **	520/450	أملس أو ذونتوءات أو ذو عضلات	450	520	8		

* ل = طول القياس (مم) ، ق = قطر عينة الإختبار (مم) .

** لا يسمح إنشائياً بإستخدام شبك بأقطار أقل من 5 مم .

جدول رقم (5 - 14 - ب) يوضح حدود العناصر الكيميائية الموجودة فى الأسياخ .

العنصر	حدود المواصفات	
	صلب 350/240 صلب 450/280	صلب 520/360 صلب 600/400
كربون	لايزيد على 0.3 %	لايزيد على 0.45 %
كبريت	لايزيد على 0.06 %	لايزيد على 0.06 %
فوسفور	لايزيد على 0.06 %	لايزيد على 0.06 %

5 - التجاوزات المسموح بها .

5 - 1 التجاوزات المسموح بها فى الأبعاد المختلفة فى المقطع .

- لايزيد الفرق بين طولى أى قطرين متعامدين مقاسين عند نفس المقطع على 8 % من القيمه الإسمية للقطر .
- لايزيد التجاوز فى مقاس القطر على $\pm$ 0.5 مم وذلك للأقطار الإسميه حتى 25 مم ، $\pm$ 1.0 مم للأقطار الإسميه الأكبر من 25 مم .

5 - 2 التجاوزات المسموح بها فى الأطوال .

- يسمح بتجاوز فى طول السيخ قدره $\pm$ 4.0 مم وذلك للأسياخ التى لايزيد طولها على 6 متر .
- يسمح بتجاوز أكبر للأسياخ التى يزيد طولها على 6 متر بحيث يضاف للتجاوز السابق 5.00 مم لكل متر زيادة فى الطول عن 6 متر على ألا يزيد التجاوز الكلى على 120 مم مهما كان طول السيخ .

5 - 3 التجاوزات المسموح بها فى الأوزان .

القطر الأسمى (مم)	التجاوز فى وزن المتر الطولى (%)	
	الرسالة	السيخ المفرد
6	+ 6 - 4	- 8
8 ، 10	+ 4.5 - 3.5	- 6
12 فأكثر	$\pm$ 2.5	- 4

5 - 4 إشتراطات عامة للنتوات .

- لاتزيد زاوية ميل النتوء الطولى على المحور الرأسى للسيخ على 45 درجة .
- لاتزيد المسافة بين أى نتوءين عرضيين على 70 % من القطر المكافئ الأسمى للسيخ .

- لايقل ارتفاع النتوء عن 5 % من القطر المكافئ الأسمى للسيخ وذلك للأسياخ ذات قطر مكافئ إسمى لايزيد على 16 مم ، أما فى حالة الأسياخ التى يزيد قطرها المكافئ الأسمى على 16 مم فيراعى ألايقل إرتفاع النتوء عن 6 % من القطر المكافئ الأسمى .
- لايزيد مجموع المسافات الخالية من النتوءات على 25 % من المحيط الأسمى للسيخ فى جميع الحالات .

5-3-7 ضبط جودة الإضافات الكيميائية :

5-3-7-1 أنواع الإضافات :

تنقسم الإضافات الكيميائية الى :

1 - الإضافات المقللة لماء الخلط (A طبقاً لـ ASTM C494 ، أ طبقاً للمواصفة المصرية
2 - الإضافات المؤجلة للشك (B ، ب) .
3 - الإضافات المعجلة (C ، ج) .
4 - الإضافات المقللة للماء المؤجلة للشك (D ، د) .
5 - الإضافات المقللة للماء المعجلة للشك (E ، هـ) .
6 - الإضافات عالية التخفيض للماء (F) .
7 - الإضافات عالية التخفيض للماء المؤجلة للشك (G) .

5 - 3 - 7 - 2 إحتياطات فى الموقع :

- يجب على المهندس الفصل بين أنواع الإضافات المختلفة فى الموقع حتى لايحدث خلط وخطأ فى الموقع ويفضل أن يميز كل نوع بلون معين .
- يجب وجود أماكن لتخزين الإضافات وحمايتها من أشعة الشمس لإحتمال حدوث تفاعلات كيميائية ولتقليل درجة حرارتها وخاصة فى الجو الحار .
- يجب التأكيد على دولاب العمل على عدم تجاوز الجرعة الموصى بها فى تقرير الخلطة .
- فى حالة استخدام الأسمنت المقام للكبريتات أو الأسمنت Type II (طبقاً ASTM) فيجب استخدام جرعات قصوى أقل من التى يوصى بها المنتج فى حالة استخدام إضافات مؤجلة (B أو D أو G) لتجنب عدم الشك للخرسانة .
- يجب خلط الإضافة الموجودة فى الإناء الحافظ لها حتى تكون الإضافة متجانسة وحتى لايحدث ترسيب للمادة الفعالة فى قاع الإناء مما يسبب مشاكل أكيده فى الموقع ويفضل الخلط الميكانيكى البطيئ فى محطات خلط الخرسانة .
- لا تستخدم إضافات قد مر على إنتاجها أكثر من 6 شهور إلا بعد إختبارها .

5-3-7 - 3 ضبط جودة الإضافات :

5-3-7-3-1 مقدمة :

يجب على مورد الإضافات تسليم تقارير ونشرات تحتوى على نوع الإضافة وأساسها الكيميائى والجرعة الموصى بها للإستخدام الآمن ويجب أن يذكر محتوى المادة الفعالة (الصلبه) ، الوزن النوعى (الكثافة النسبية) والرقم الهيدروجينى (PH) ومحتوى أيون الكلوريد وتاريخ الإنتاج .
- يقدم المورد تجارب ضبط الجودة الدورية التى أجراها فى معامل معتمدة .
- يفضل عدم استخدام أى إضافات مر على انتاجها أكثر من 6 شهور .

جدول رقم (5-15) متطلبات المواصفات القياسية المصرية 1990/1899 لإضافات الخرسانة - متطلبات الأدائية لخرسانة الإضافات .

الخاصية	نوع الإضافات				
	النوع(أ) مخفضه لماء الخلط	النوع(ب) مبطئه للشك	النوع(ج) معجله للشك	النوع(د) مخفضه للماء ومبطئه للشك	النوع(هـ) مخفضه للماء ومعجله للشك
أ- الخرسانة الطازجة .					
- الحد الأقصى للماء كنسبه من ماء خلطة التحكم	95 %	—	—	95 %	95 %
- الزيادة فى الهواء على خلطة التحكم.	لايزيد على 2%	لايزيد على 2%	لايزيد على 2%	لايزيد على 2%	لايزيد على 2%
- محتوى الهواء الكلى بالخلطة .	لايزيد على 3%	لايزيد على 3%	لايزيد على 3%	لايزيد على 3%	لايزيد على 3%
- أزمنة التصلد عند اختراق 0.5 نيوتن/مم2	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	—	—	ساعه أكثر من خلطة التحكم كحد أدنى	أكثرمن ساعه أقل من خلطة التحكم
- أزمنة التصلد عند اختراق 3.5 نيوتن/مم2	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	—	—	—	ساعه أقل من زمن خلطة التحكم كحد أدنى
ب - الخرسانة المتصلدة . - الحد الأدنى لمقاومة الضغط كنسبه مئويه من خلطة التحكم عند الأعمار التالية :					
1 يوم	—	—	125	—	125
3 يوم	110	90	125	110	125
7 يوم	110	90	100	110	110
28 يوم	110	90	100	110	110
6 أشهر	110	90	90	100	100

5-3-7-2-3 الإختبارات طبقاً للمواصفة المصرية 1990/1899 .

1 - متطلبات الأدائية للإضافات .

يتم تنفيذ خلطتين خرسانيتين أحدهما خرسانة بدون إضافات والأخرى مضاف اليها إضافات يحققان نفس الهبوط ويتم تحديد الهبوط ، محتوى الهواء المحبوس ، الماء المستخدم ، زمن التصلد الإبتدائى المناظر لمقاومة إختراق 0.5 ن/مم^2 ، زمن التصلد النهائى المناظرة لمقاومة إختراق 3.5 ن/مم^2 ، مقاومة الضغط عند أعمار مختلفة وجدول رقم (5-15) يحتوى على متطلبات الأداء .

2 - متطلبات التجانس :

جدول رقم (5-16) يحتوى على متطلبات التجانس بين العينة التى تم إجراء إختبارات الأداء عليها والعينة المأخوذه من الرساله الموردة .

جدول رقم (5-16) متطلبات التجانس .

الخاصية	المتطلبات
- محتوى المادة الصلبة	لايزيد الفرق على 5 % بالوزن لكل من الإضافات السائلة والصلبة .
- محتوى الرماد	لايزيد الفرق على 1 % بالوزن .
- الكثافة النسبية	لايزيد الفرق على 0.02 % للإضافات السائلة .
- الرقم الهيدروجينى	يتم المقارنة بين الرقمين .
- محتوى أيون الكلوريد	لايزيد الفرق على 5% أو لاتزيد على 0.2% من وزن الإضافة أيهما أكبر
- الأشعة تحت الحمراء	تكون مطابقة لبيان المنتج .

5-3-7-3-3 كيفية الحكم على الإضافات الكيميائية طبقاً لـ ASTM C494-81

للحكم على صلاحية الإضافات يتم الحكم عليها من خلال إختبارات الأدائيه والإختبارات الكيميائيه وسنتناول فى هذا القسم اختبارات الأدائيه .

- يتم تنفيذ خلطتين خرسانيتين أحدهما خلطه بدون إضافات كيميائيه وخلطه أخرى مضاف اليها إضافات كيميائيه بحيث يكون محتوى الأسمنت ثابت فى الخلطتين وكذلك الهبوط ويتم تحديد محتوى الماء الذى يحقق نفس الهبوط .

- إما أن يتم الحكم على جودة الإضافات بإستخدام خلطه خرسانيه تستخدم فى الموقع بمحتويات معينة وبمحتوي أسمنت محدد يستخدم فى الموقع وبحيث يتم الإحتفاظ بنسبة رمل لركام كبير ثابته ويتم الحكم على الاضافة بناء على نتائج الخلطتين . أو يتم الحكم على الماده طبقاً لخلطه قياسيه توصى به ASTM والتى ستذكر فيما يلى :

- يمكن إستخدام الخلطه الخرسانيه التى توصى بها ASTM – C494 والتى تنص على إستخدام رمل قياسى يحقق التدرج التالى :

مقاس المنخل	4	16	50	100
% للمار بالوزن	100	75 - 65	20 - 12	5 - 2

*ويتم إستخدام ركام كبير ذو نسب متساويه من المقاس الذى يمر على منخل 1" ويحجز على منخل 4/3" ، المقاس الذى يمر من 4/3" ويحجز على "2/1" ، المقاس الذى يمر من منخل 2/1" ويحجز على منخل 8/3" ، المقاس الذى يمر من منخل "8/3" ويحجز على منخل 16/3" .

*يستخدم نسبة رمل الى ركام كبير ثابته .

*يستخدم محتوى أسمنت 307 ± 3 كجم/م^3 ويستخدم نوع الأسمنت الموجود بالموقع .

*يتم تصميم الخلطه بحيث تحقق هبوط قدره 63 ± 12 مم لخلطه المقارنه بدون إضافه وللخلطه المستخدم فيها الإضافه .

- تستخدم الإضافه بالجرعه التى يوصى بها المنتج .

- يتم خلط الخرسانه قياسياً ويتم قياس الهبوط والهواء المحبوس وزمن الشك الإبتدائى والنهائى للخرسانه ثم يتم صب عينات مقاومة الضغط والإنحناء ويمكن قياس الإنكماش لعينات على هيئة منشور طبقاً للـ ASTM C157 وفى حالة الخرسانه ذات الهواء المحبوس يمكن حساب معامل التحمل بطريقة ASTM C666 والذى يعرض الخرسانه لدورات سريعه من تكون الثلج وذوبانه فى الماء أو للتثلج السريع فى الهواء والذوبان فى الماء .

- يحسب محتوى الماء المستخدم فى الخلطتين وتحدد النسبه بين محتوى الماء للخلطه ذات الإضافات ومحتوى الماء لخلطة المقارنه .

- يتم الحكم على أدائية الإضافات بناء على نتائج الإختبارات وحدود الـ ASTM الموجوده فى جدول رقم (5-17) .

جدول رقم (5-17) متطلبات الأدائيه :

		النوع A ملدن	النوع B مؤجل	النوع C معجل	النوع D ملدن مؤجل	النوع E ملدن معجل	النوع F عالى التلدين	النوع G عالى التلدين مؤجل
1 - الحد الأقصى لمحتوى الماء بالنسبه لخلطة المقارنه %.		95	—	—	95	95	88	88
2- زمن الشك الإبتدائى ساعة	تأجيل حد أدنى تأجيل حد أقصى	— 1.30	1.00 3.30	— —	1.00 3.30	— —	— 1.30	1.00 3.30
	تعجيل حد أدنى تعجيل حد أقصى	— 1.00	— —	1.00 3.30	— —	1.00 3.30	— 1.00	— —
3- زمن الشك النهائى ساعة	تأجيل حد أدنى تأجيل حد أقصى	— 1.30	— 3.30	— —	— 3.30	— —	— 1.30	— 3.30
	تعجيل حد أدنى تعجيل حد أقصى	— 1.00	— —	1.00 —	— —	1.00 —	— 1.00	— —
4- مقاومة الضغط كحد أدنى * من مقاومة خلطة خرسانه المقارنه (%) العمر (يوم)	1.00 3 7 28 180 315	— 110 110 110 100 100	— 90 90 90 90 90	— 125 110 100 90 90	— 110 110 110 100 100	— 125 110 110 100 100	140 125 115 110 100 100	125 125 115 110 100 100
5- مقاومة * الإنحناء كحد أدنى العمر (يوم)	3 7 28	100 100 100	90 90 90	110 100 90	100 100 100	110 100 100	110 100 100	110 100 100
6- التغير فى الطول كحد أقصى من خلطة التحكم .		135	135	135	135	135	135	135
7- معامل التحكم النسبي كحد أدنى .		80	80	80	80	80	80	135

* زمن الشك مذكور بالساعه والدقيقه مثلاً 1.30 معناه ساعه وثلاثون دقيقه .

وتحتوى مواصفات ASTM على اشتراطات التجانس .

5 - 3 - 8 ضبط جودة الخرسانة :

5- 3 - 8 - 1 الكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية (كود رقم 203 لسنة 2007)

أ ـ مراجعة تصميم الخلطة :
يقوم مهندس ضبط الجودة بالإطلاع على مستندات تصميم الخلطة التى يتم إجراؤها بواسطة مهندس استشارى متخصص ويتأكد من تحقيق الخلطة لمقاومة تصميم الخلطة ، تحقيق الهبوط المطلوب ، معرفة وحدة وزن الخرسانة ، التأكيد على قيمة هامش الأمان لتصميم الخلطة ويمكن للمهندس التعرف على هذا الجزء الخاص بمقاومة تصميم الخلطه فى البند 4 - 6 - 1

ب ـ اختبارات ضبط جودة الخرسانة طبقاً للكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية .
يتم الحكم على خواص الخرسانة الطازجة طبقاً لجدول رقم (5 - 18) ويتم الحكم على الخرسانه المتصلده طبقاً لجدول رقم(5-19) وبند 4-7-3 وعلى جودتها من جدول (4-14)

يلاحظ من الجدولين السابقين أن تقييم الهبوط يتم فقط عند أخذ عينات مقاومة الخرسانة والتى تؤخذ بمعدل 6 مكعبات لأول 50 م^3 خرسانة و 6 مكعبات لكل 100 م^3 زيادة فى نفس يوم الصب وذلك لكل رتبة للخرسانة أو لعنصر خرسانى معين وينص الكود على اختبار 50 % من هذه النتائج عند عمر مبكر .

ج ـ الحكم على نتائج إختبارات الضغط أثناء التنفيذ للخرسانة المتصلدة طبقاً للكود المصرى :

بعد إختبار العينات بالمعدلات السابقة يتم تقييم النتائج تقييماً مبدئياً وتقييم نهائى كما تم ذكرة فى البند 4 - 7 - 3 ويتم الحكم على ضبط الجوده طبقاً لجدول رقم (4-14) :

فى حالة فشل الإختبارات فى تحقيق المقاومة المميزة يتم الرجوع لإستخدام اختبار قلب الخرسانة أو تجربة التحميل .
وتستخدم الإختبارات الغير متلفة كإختبارات ضبط جودة حيث تستخدم مطرقة الإرتداد وجهاز الموجات فوق الصوتية والإختبارات الأخرى فى تحديد قيم إسترشادية لمقاومة الضغط لأماكن متعدده من عناصر المنشأ المختلفة ويمكن تلخيص هذه الإختبارات فى مايلى :

جدول رقم (5-18) يوضح اختبارات الخرسانة الطازجة .

الإختبار	تكرار الإختبار (حد أدنى)		حدود القبول والرفض
	خرسانة جاهزة	خرسانة مخلوطة بالموقع	
الخلطة التأكيدية	قبل التوريد للموقع لكل رتبة	قبل التنفيذ لكل رتبة	التحقق من صلاحية الخلطة
تقييم الهبوط	عند أخذ عينات المقاومة		الهبوط المطلوب <50 مم : الحيود ± 10مم الهبوط المطلوب 50-100مم : الحيود ± 20 مم الهبوط المطلوب >100 مم : الحيود ± 30 مم
الهواء المحبوس	عند إجراء الخلطة التأكيدية ومرة كل شهر وعند تغيير نوع الإضافات	عند إجراء الخلطة التأكيدية ومرة كل شهر فى حالة استخدام إضافات وعند تغيير نوع الإضافة ومرة كل 3 شهور فى حالة عدم استخدام إضافة	3 % ، 2 %
كثافة الخرسانة	عند اجراء الخلطة التأكيدية ومرة كل يوم	عند اجراء الخلطة التأكيدية	
درجة الحرارة	تقاس درجة الحرارة لكل عينة يجرى عليها إختبار الهبوط		لا تزيد على 35°م
إختبارات خاصة	طبقاً لما هو منصوص علية فى مواصفة المشروع		تحقيق المطلوب بمواصفة المشروع

ملحوظة : يتم سحب العينة من منتصف السيارة أو بعد تفريغ 15 % من الحمولة وذلك للخرسانة الجاهزة ومن الثلث الأوسط للكمية المخلوطة بالموقع .

جدول رقم (5-19) يوضح إختبارات الخرسانة المتصلدة ودوريتها .

الإختبار	تكرار الإختبارات (حد أدنى)		حدود القبول والرفض
	الخرسانة الجاهزة	الخرسانة المخلوطة بالموقع	
مقاومة الضغط	عند إختلاف رتبة الخرسانة أو اختلاف العناصر الإنشائية (اساسات – حوائط – أعمدة – كمرات – بلاطات) وتؤخذ 6 مكعبات لأول 50 م3 و 6 مكعبات لكل 100 م3 زيادة فى نفس يوم الصب		تحقيق متطلبات البند 4-7-3
إختبارات خاصة	طبقاً لما هو منصوص علية فى مواصفة المشروع		تحقيق المطلوب بمواصفة المشروع

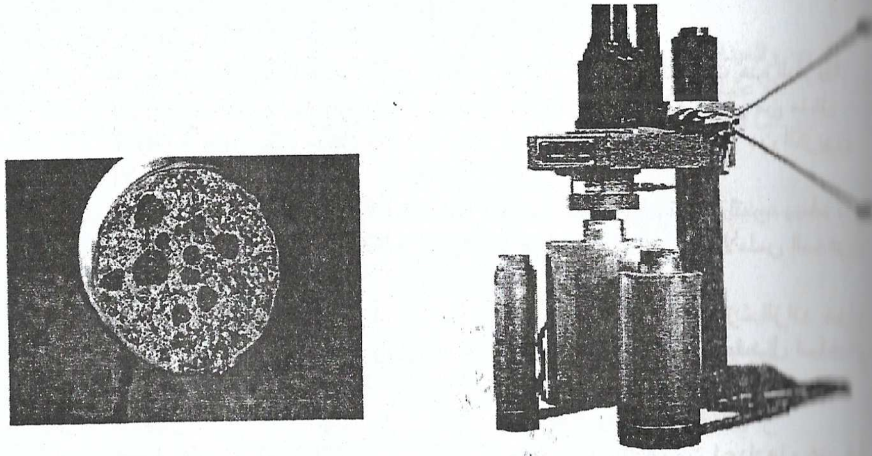
ملحوظة : يتم سحب العينة من منتصف السيارة أو بعد تفريغ 15 % من الحمولة وذلك للخرسانة الجاهزة ومن الثلث الأوسط للكمية المخلوطة بالموقع .

د ـ اختبار القلب الخرسانى Core Test :

يستخدم هذا الإختبار فى حالة فشل إختبارات مقاومة الضغط فى تحقيق المقاومة المميزة المطلوبة أو فى حالة الشك فى مقاومة خرسانة عضو ليس له نتائج إختبارات ضغط .

يستخدم هذا الاختبار لتعيين مقاومة الضغط للخرسانة بصورة حقيقية . ويتم بواسطة اختبار عينة منتزعة من قلب الخرسانة من بعض الأعضاء الإنشائية الأساسية (الأعمدة- الكمرات- البلاطات- الأساسات). وهو اختبار نصف متلف.

- الأجهزة:
تستخدم أجهزة بها اسطوانات ثقب من الماس. والجهاز عبارة عن مثقاب مزود باسطوانة لها رأس ماسى يدور بسرعة عالية بالكهرباء أوالديزل ليستخرج عينات خرسانية اسطوانية. وشكل (5 -1) يوضح أحد الأجهزة وتصحبه أسطوانات قطع بأقطار مختلفة وكذلك أحد عينات الخرسانة المستخرجة.
- حجم العينة:
يعتبر قطر العينة (150مم) هو القطر القياسى إذا كانت الخرسانة من القوة بحيث لا تتأثر بالكسر أثناء انتزاع العينة من الخرسانة، وقطر 100مم يمكن استخدامة. وطول العينة لا يقل عن 95% من قطرها.
- استخراج العينة:
يجب أن تستخرج العينة عمودية على السطح الموجودة فيه، ويدون رقم العينة ومكانها واتجاه أخذها مباشرة.



شكل (5 -1) أحد أجهزة استخراج القلب الخرسانى وعينة قلب

- فحص العينة :
تفحص العينات كالتالى:
أ- وصف الركام بالعينة (الحجم- النوع- حالة السطح- الشكل).
ب- توزيع مكونات الخرسانة (تركيز الركام بالنسبة للمونة).
ج- درجة دمك الخرسانة وحجم الفراغات والتعشيش وأماكن وجودها واتجاهها وتحديد أسبابها، .
- قياس العينة:
1- القطر المتوسط: يؤخذ عبارة عن متوسط لعدد 6 قراءات، كل قراءتان عند مستوى واحد ومتعامدان، وإحدى القراءتان فى المنتصف وواحدة عند 0.25 من الارتفاع من الناحيتين.
2- الطول: يقاس أكبر وأقل طول للعينة بعد استخراجها، ويقاس الطول بعد وضع الغطاء (Cap) على نهايتي العينة إلى أقرب 5 مم.
3- التسليح: يقاس موضع أى صلب تسليح من منتصف السيخ حتى نهاية العينة حتى أقرب 2مم، ويحدد قطر صلب التسليح .
- تجهيز السطح (نهايتى القلب):
يتم تجهيز السطح حتى يكون مستوياً تماماً وأفقيّ لاستخدامه فى ماكينة الاختبار. يتم ذلك بأى من الطريقتين الآتيتين:
1- الطريقة الأولى :
وتستخدم هذه الطريقة للعينات الرطبة التى غمرت بالماء. وتتلخص هذه الطريقة فيما يلى:
  - المونة المستخدمة: الأسمنت ذو النعومة العالية او رتبة 52 مع الرمل القياسى (يمر من منخل 0.3مم)، بنسبة 2: 1.
  - تصب هذه المونة عن طريق وضع حلقة حول العينة مستوية وأفقية، ثم تصب المونة ويسوى سطحها ويوضع فوقها لوح مسطح من الحديد بعد دهانه بالزيت. وفى اليوم الثانى تكرر العملية للطرف الأخر.

2- الطريقة الثانية:

وتستخدم هذه الطريقة للعينات الجافة وفيما يلى سيتم توضيح خطوات هذه الطريقة:

1. يتم وزن جزئين متساويين من الكبريت والرمل السليسى الناعم (يمر من منخل 0.3مم ويحجز على منخل 0. 0.15مم)، هذا بالإضافة إلى 1: 2% من الكربون الأسود.
2. يسخن الخليط لدرجة حرارة 130- 150 درجة مئوية، ثم تترك لتبرد ببطء مع التقليب المستمر. ويصب الخليط على مستوى أفقى من الصلب الأملس المدهون سطحه بزيت البارافين.
3. توضع العينة فوق المونة رأسياً تماماً. وبعد عدة ثوانى يزال الجزء الزائد حول العينة ومن ثم ترفع العينة. وتكرر العملية بسرعة للطرف الأخرويفضل استخدام جهاز التسوية.

- إجراء الاختبار:

يجرى اختبار الضغط لعينة القلب الخرسانى بعد يومين على الأقل من إعدادها وغمرها فى الماء. ولا تختبر العينات التى بها شروخ أو عيوب. وتختبر العينات وهى فى حالة رطبة. ويجب الأخذ فى الاعتبار الاحتياطات الآتية:

1- تنظيف مكان العينة بالماكينة وأسطح العينة من أى أتربة أو عوالق.
2- وضع العينة بحيث ينطبق محورها مع محور الماكينة.
3- يوضع الحمل على العينة بمعدل تحميل قياسى ويستمرحتى حدوث الكسر.
4- يتم عمل وصف لحالة الانهيار.

- تحليل النتائج:

$$\text{مقاومة ضغط العينة} = \frac{\text{حمل الضغط}}{\text{مساحة مقطع العينة المتوسطة}}$$

ويلاحظ أن وجود التسليح بالعينة يؤثر على نتائج الاختبار. وبالنسبة للعينات الخالية من حديد التسليح يتم حساب المقاومة المقدرة لنتائج مكعبات الموقع طبقاً لما جاء بالمواصفات القياسية المصرية كما يلى:

$$\text{المقاومه المقدره لنتائج مكعبات الموقع} = \frac{\text{د}}{١,٥ + \frac{١}{\text{ل}}} \times \text{مقاومة الضغط للعينة}$$

حيث: د = 2.5 لعينات القلب الخرسانى التى تقطع أفقياً (للعناصر التى تكون فى الاتجاه العمودى على الارتفاع الرأسى عند الصب).

د = 2.3 لعينات القلب الخرسانى التى تقطع رأسياً (العناصر التى يكون فيها الارتفاع موازياً لاتجاه الصب).

ل = نسبة الطول بعد تجهيز نهايتى العينة إلى القطر.

وبالنسبة للعينات التى تحتوى على حديد تسليح عمودى على محور القلب الخرسانى، يتم حساب المقاومه المقدره لنتائج مكعبات الموقع بضرب المقاومة المحسوبة من المعادلة السابقة فى معامل تصحيح يتم حسابه على أساس عدد الأسياخ الموجودة بالعينة وقطرها والمسافة بين الأسياخ والنهاية القريبة للعينة كما يلى:

- بالنسبة للعينات التى تحتوى على سيخ واحد.

$$\text{معامل التصحيح} = 1 + \frac{1.5\,\text{ق}_\text{ح} \times \text{س}}{\text{ق}_\text{ع} \times \text{ع}}$$

- وللعينات التى تحتوى على سيخين لا تزيد المسافة بينهما عن قطر السيخ الأكبر، يؤخذ فى الاعتبار أكبر قيمة ق ح * س لأيهما.
- أما إذا زادت المسافة بين السيخين عن قطر أكبرهما فيحسب معامل التصحيح كما يلى:

$$\text{معامل التصحيح} = 1 + 1.5\,\frac{\Sigma\, \text{ق}_\text{ح} \times \text{س}}{\text{ق}_\text{ع} \times \text{ع}}$$

حيث: $\text{ق}_\text{ح}$ قطر سيخ الحديد.

$\text{ق}_\text{ع}$ قطر عينة القلب الخرسانى.

س المسافة بين محور سيخ الحديد والنهاية القريبة.

ع ارتفاع عينة القلب الخرسانى بعد معالجة نهايتها.

- القبول:
  - أولاً يتم إختبار ثلاث عينات للخرسانة المراد اختبارها.
  - تعتبر العينة مقبولة إذا كانت مقاومة الضغط لا تقل عن 75% من المقاومة المميزة المطلوبة.
  - لاتقل المقاومة الدنيا للعينات عن 65% من المقاومة المميزه المطلوبة .
  - إذا لم يتحقق ذلك يجرى اختبار تحميل.

هـ - مطرقة الارتداد Shmidet Hammer

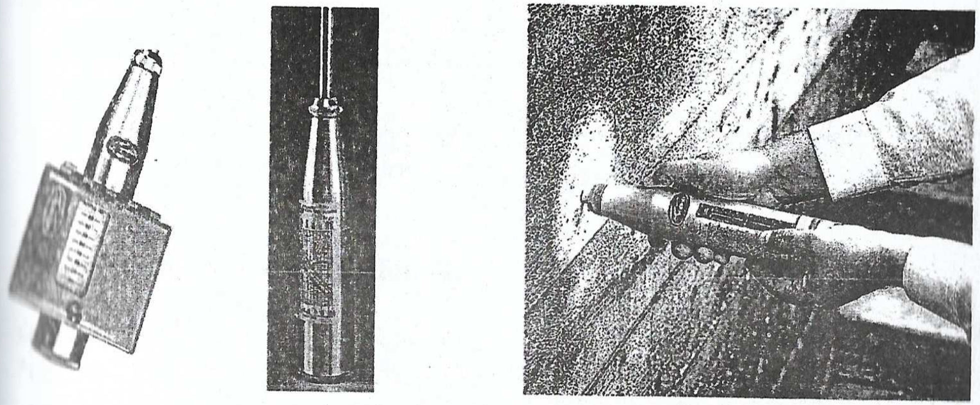
وتستخدم ذلك الاختبار لتعيين قيم تقريبية لمقاومة الخرسانة عن طريق رقم ارتداد كتلة مرنة ذات وزن قياسى تصدم السطح الخرسانى عمودياً عليه بطاقه ابتدائية محدده حيث يعتمد ذلك الرقم على صلادة ومقاومة السطح الذى تصدمه. وتتميز تلك المطرقة بمميزات عديدة أهمها سهولة حملها وسهولة استخدامها وتعطى نتائج سريعة يمكن الاعتماد عليها فى تعيين مقاومة الخرسانة المتصلدة اذا توافرت منحنيات المعايرة المناسبة لتحويل رقم الإرتداد الى مقاومة ضغط . ويستخدم هذا الإختبار كاختبار ضبط جوده للتحقق من تقارب مقاومات الأعضاء المختلفه للمنشأ . ولا يستخدم هذا الإختبار كاختبار قبول أو رفض للمنشأ ولايغنى عن نتائج اختبار العينات فى الضغط والمأخوذه عند الصب ولايغنى عن استخدام اختبار قلب الخرسانة وانما يعتبر اختبار مساعد بجانب اختبار الضغط أو اختبار قلب الخرسانة أو معهما لأن عدد العينات يكون محدود .

ويمكن تلخيص الطريقة الصحيحة لاستخدام الجهاز فيما يلى:

1. ينظف سطح الخرسانة المراد اختبارها بالحجر الموجود مع الجهاز ويتم تنظيف السطح وازالة المواد الضعيفه وبقايا الشدات الخشبية .
2. يفتح الجهاز بحيث تخرج الرأس المتحركة من الجهاز.
3. يوضع الجهاز عمودياً على السطح المراد اختباره، ويضغط عليه حتى يسمع صوت الصدم الناتج من الجهاز.
4. يقرأ رقم قيمة الارتداد من على التدرج الموجود على الجهاز.

ولا يعتمد على قراءة واحدة فقط لتعيين مقاومة الخرسانة، لذلك لابد من إعادة الاختبار عدة مرات فى أماكن مختلفة للوصول للقيمة الأكثر احتمالاً لمقاومة الخرسانة (تؤخذ 12 قراءه على

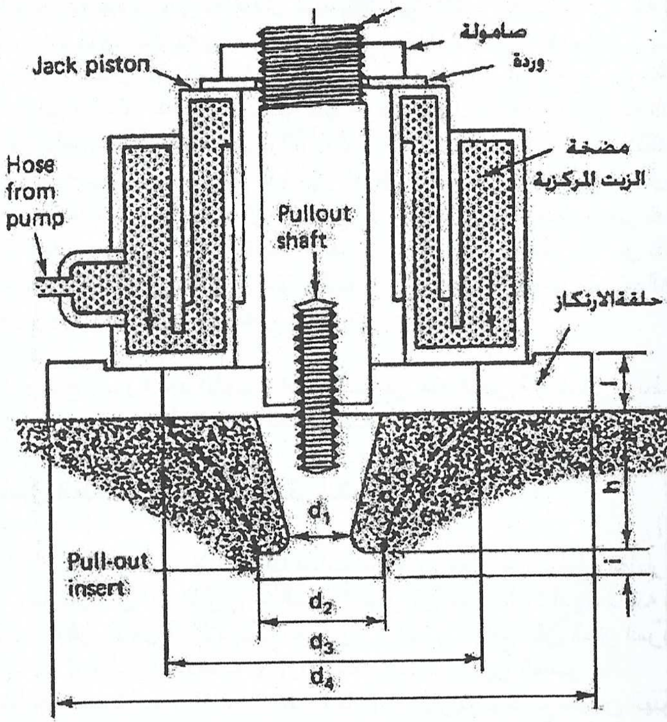
الأقل عند كل عنصر) . ويجب عمل التصحيحات اللازمة إذا استخدم فى أوضاع مائلة، وذلك باستخدام المنحنيات المرفقة مع الجهاز. ويجب الأخذ فى الاعتبار أن المنحنيات المرفقة مع الجهاز تم عملها عن طريق نتائج تجريبية لخرسانات تم اختبارها فى البلد المصنوع فيها الجهاز. لذلك لابد من عمل معايرة لها على الخرسانات المستخدمة فى الموقع، وذلك بالاستعانة بنتائج المكعبات أثناء المشروع ، حيث يفضل قبل كسر المكعبات أن يتم وضعها فى ماكينة الاختبار والتأثير بحمل ابتدائى عليها ثم باستخدام مطرقة الارتداد يعين رقم الارتداد. وعن طريق استخدام نتائج مكعبات الموقع ورقم الارتداد المناظر يمكن رسم علاقة أقرب ما يكون للصحه تربط بين رقم الارتداد ومقاومة الخرسانة ويمكن التحقق من كفائة الجهاز بإستخدام سندان المعايره الموجود لدى المورد أو مكاتب المعايرة للأجهزه.

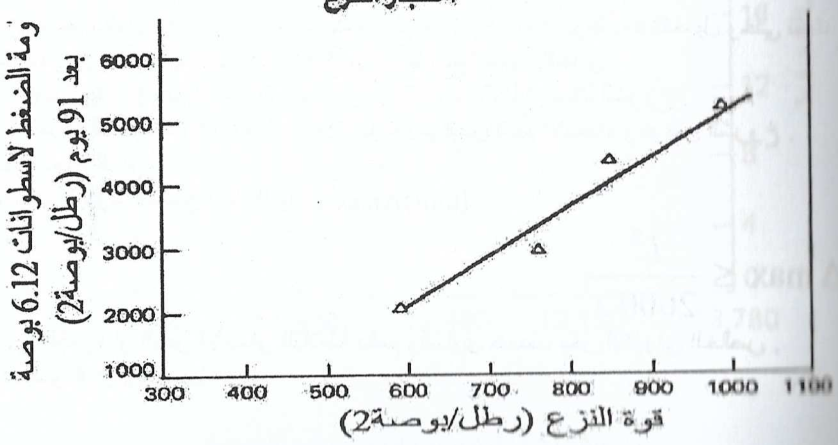


شكل (5-2) الجهاز وطريقة استخدامه والعلاقة بين رقم الارتداد ومقاومة الضغط لأحد الأجهزة.

و . اختبار النزع :

وشكل (5-3) يوضح طريقة إجراء الاختبار ومثال لمنحنى لأحد الأجهزة لتحديد مقاومة ضغط الخرسانة باستخدام هذا الاختبار. ويتم وضع المسامير فى الشدات ويتم الصب عليها وعند عمر معين يتم نزع المسمار. ونحدد قوة النزع وباستخدام منحنى المعايرة نحصل على مقاومة الضغط.





شكل (5-3) اختبار النزع

ز- اختبار سرعة قياس النبضات فوق الصوتية فى الخرسانة.

Measurement of ultrasonic Pulse velocity in concrete

تستخدم هذه التجربة لقياس سرعة انتقال النبضات فوق الصوتية فى الخرسانة (والتى يحدثها جهاز لإصدار نبضات فوق صوتية وقياس سرعة هذه النبضات بعد انتقالها عبر سمك معين من الخرسانة وتحديد زمن انتقال هذه النبضات فتكون السرعه مساوية للمسافه مقسومة على الزمن . وفكرة هذا الجهاز هى أنة كلما كانت الخرسانه كثيفه ومقاومتها عالية تزيد سرعة النبضات ولذلك يمكن حساب مقاومة الخرسانه مباشرة من قوانين تكون مصاحبة للجهاز ويمكن كذلك تحديد معاير مرونه الخرسانة ونسبة بواسون بإستخدام القوانين الموجوده مع الجهاز ويجب عمل التصحيحيات اللازمة نتيجة وجود صلب التسليح . ويمكن الرجوع لمراجع تفصيلية للإطلاع على تفاصيل الإختبار والقوانين المستخدمة .ويستخدم هذا الاختبار كإختبار ضبط جوده للمقارنة بين نتائج الأعضاء الخرسانية ولايستخدم كإختبار رفض أو قبول للمنشآت الخرسانية ويمكن استعماله مع قدر من التقريب للتأكد من وجود فجوات بداخل الخرسانة أو شروخ سطحية.

وشكل (4-5) يوضح صورة أحد الأجهزة المستخدمة فى هذه التجربة ومنحنى يربط بين سرعة النبضات ومقاومة ضغط الخرسانة.

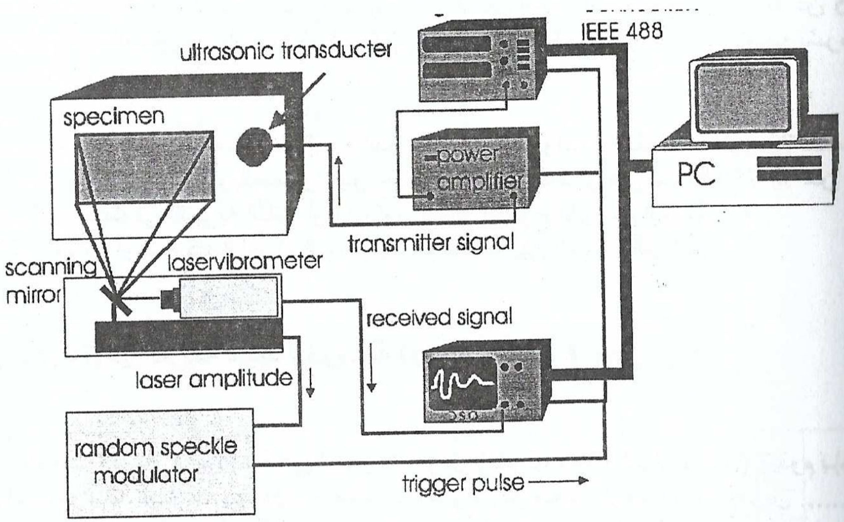
ح- تجربة تحميل العناصر والمنشآت الخرسانية

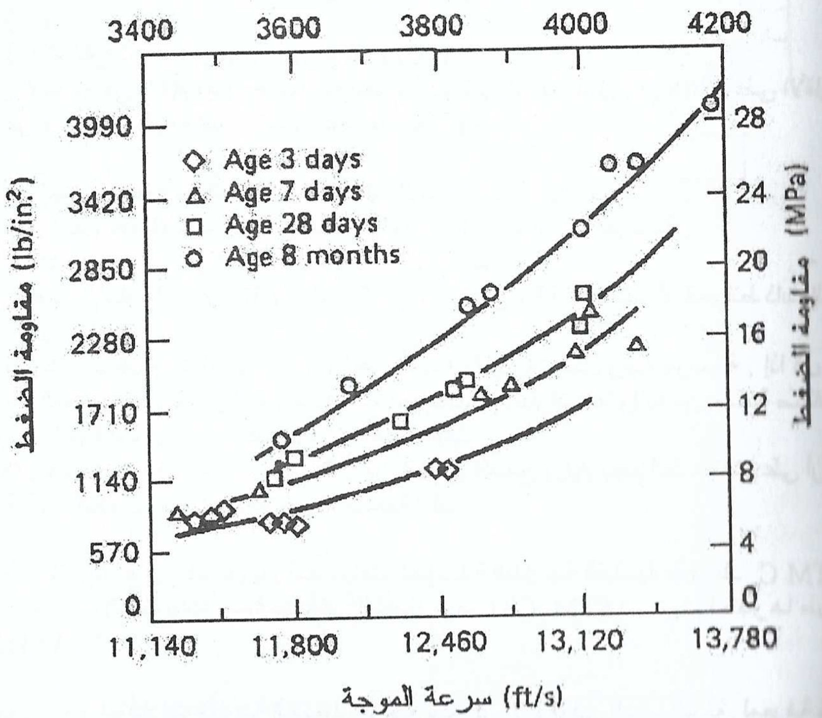
- يجرى هذا الإختبار على أعضاء الإنحناء اذا فشلت اختبارات مقاومة الضغط واختبار قلب الخرسانة وقد يطلبها المهندس الإستشارى أو المالك للتحقق من جوده المنشأه ومطابقته للتصميم
- تجهز أوزان مثل اكياس الرمل أو الأسمنت بحيث يكون الوزن الواقع على المتر المربع = 0.85 (1.6 الأحمال الحيه + 1.4 أحمال التغطيه + 0.4 الحمل المكافئ لوزن العضو)
- يتم صلب المنشأ جيداً بحيث يمنع الإنهيار انظر شكل (5-5) ويتم تركيب مقاييس الهبوط وأخذ قراءتها .
- يتم التأثير بالحمل الكلى على أربعة تحميلات متساوية ويتم قراءة الهبوط بعد التحميل وحتى تثبت القراءه ويجب رص الأحمال بحيث نترك فواصل بينها لمنع التأثير العقدى .
- تؤخذ قراءات الهبوط (سهم الإنحناء) بعد مرور 24 ساعة وكذلك سمك الشروخ .
- يتم رفع الحمل كاملاً وبعد رفع الحمل بـ 24 ساعه يتم قياس سهم الإنحناء وعرض الشروخ .
- الحكم على نجاح التجربه :

(1) يتم حساب الهبوط المسموح به النظرى Δmax (mm)

$$\Delta max \leq \frac{L^2}{2000.t}$$

حيث L بحر الكمره أو البحر الأصغر للبلاطة بالمم وتساوى ضعف بحر الكابولى الخالص .
و t سمك العضو الذى يتم تحميله .





شكل (4-5) أحد أجهزة النبضات فوق الصوتية

- يقارن الهبوط الأقصى المحدد من التجربة والذى يجب ألايزيد عن Δmax
- فى حالة ما اذا زاد سهم الإنحناء عن Δmax يجب ألا يقل الجزء المسترجع من الهبوط عن 75% من سهم الإنحناء المحقق من التجربة شكل (5-5) وفى تلك الحالة تكون التجربة ناجحه بشرط أن يكون سمك الشروخ مسموح به .

2 - فى حالة فشل الشروط السابقه يتم إعادة التجربة بنفس الخطوات السابقه بعد مرور 72 ساعه من رفع الحمل ويعتبر المنشأ أو العنصر غير مقبول اذا فشل العضو فى استعادة 75 % من سهم الإنحناء الذى حدث فى التجربه الثانية أو أن يكون سمك الشروخ أكبر من المسموح به .
وشكل (5- 5) يوضح كيفية إجراء التجربة ورسم العلاقة بين الحمل والترخيم.

5 - 3 - 8 - 2 طريقة معهد الخرسانة الأمريكى ACI 318 .

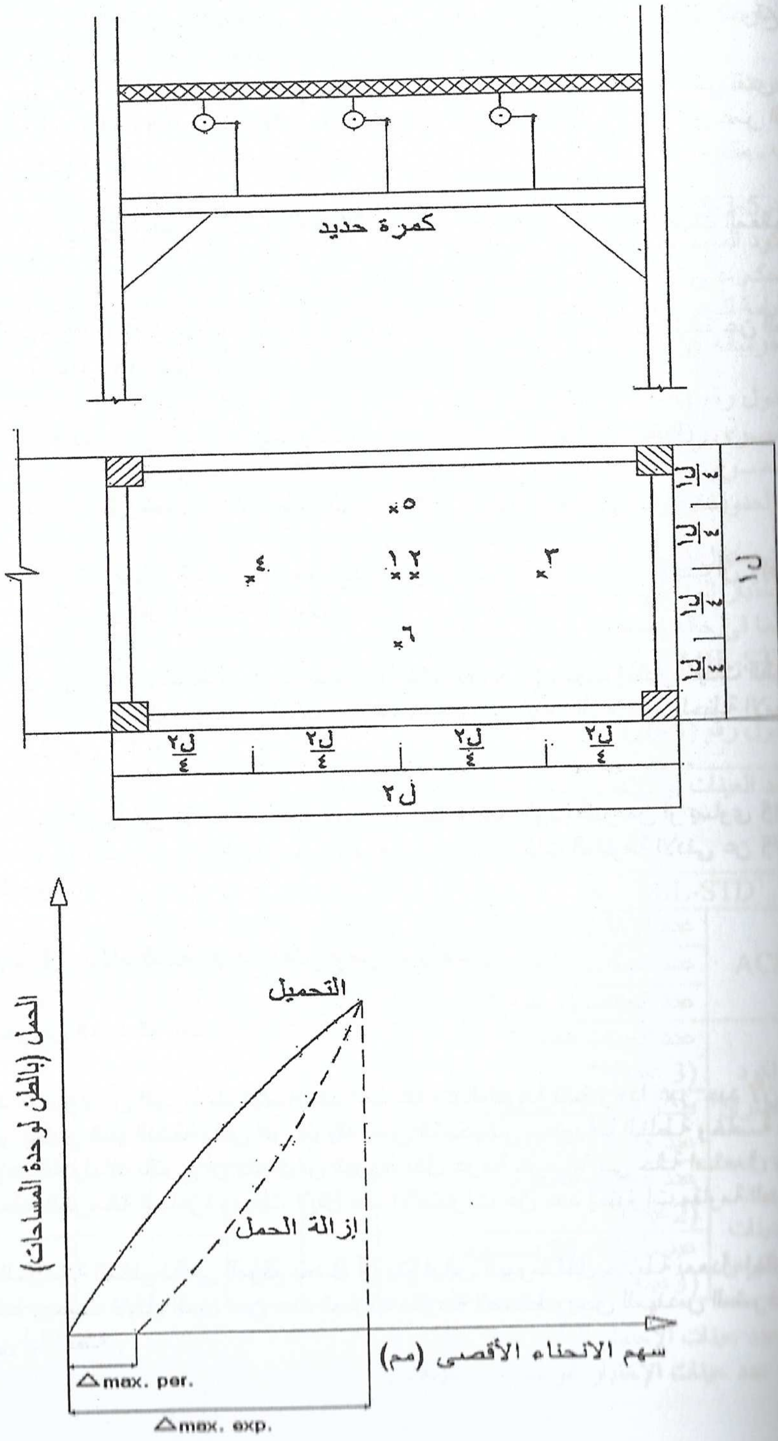
أ - عام :
يتم أخذ العينات وتجهيزها بواسطة فنى إختبارات مؤهل (مدرب ومعة شهادة تأهيل) ويقوم بإجراء إختبارات الخرسانة الطازجة ويسجل خواصها من هبوط ودرجة حرارة وهواء محبوس ...... الخ ويقوم بتجهيز العينات الخرسانية اللازمة لإختبارها فى المعمل بعد معالجتها قياسياً أو تجهيزها فى نفس ظروف الموقع . كل ماسبق يتم إعداده طبقاً لمتطلبات ASTM C 1077 وتوضع نتائج الإختبارات فى تقرير يتم توزيعة على جميع المسئولين عن المبنى .

ب - معدل الإختبارات Frequency of testing .
يعبر عن الإختبار فى ACI بمتوسط مقاومة الضغط لعينتين اسطوانيتين (15×30) على الأقل يتم إعدادها من صبه خرسانية واحده وتختبر عند عمر 28 يوم .

- تحدد عدد إختبارات مقاومة الضغط بحيث تحقق الإشتراطات التالية :
1 - يجب أن لايقل عدد الإختبارات عن إختبار واحد فى اليوم لكل رتبة خرسانة .
2 - لايقل عدد الإختبارات عن إختبار واحد لكل 115 م3 خرسانة .
3 - لايقل عددد الإختبارات عن إختبار واحد لكل 460 م2 فى حالة البلاطات أو الحوائط ذات السمك الأقل من 24 سم .
4 - لا يقل عدد الإختبارات لمشروع معين عن خمسة إختبارات لكل رتبة خرسانة . إذا قل عدد الإختبارات المطلوبة عن خمسة إختبارات فيجب أخذ خمسة إختبارات عشوائية من خمسة صبات أو من الصبات المتوفره حتى لو قل عددهم عن خمسة صبات .
5 - إذا كان حجم خرسانة ذات رتبة معينة أقل من 38 م3 فتسمح ACI بعدم أخذ عينات على أن تقع المسئولية على المقاول وبحيث تسمح خبرتة السابقة بذلك .

ج - العينات التى تعالج فى المعمل يتم أخذ عينات الخرسانة الطازجة القياسية طبقاً لـ ASTM C 172 ويتم صب الإسطوانات ومعالجتها فى المعمل طبقاً ASTM C31 ويتم إختبارها طبقاً لـ ASTM C39 .

د - قبول نتائج إختبارات مقاومة الضغط ويرجع لبند 4 - 7 - 2 فى الباب السابق لمعرفة كيفية قبول نتائج الإختبارات فى الموقع



شكل (5-5) كيفية إجراء اختبار التحميل

قد يطلب المالك أو الإستشارى التحقق من مقاومة الخرسانة فى ظروف المعالجة فى الموقع وذلك حتى يتأكد من فعالية المعالجة فى الموقع .
تؤخذ عينات من نفس خرسانة العينات التى تعالج فى المعمل أى من نفس العينة وفى نفس الزمن تجهز طبقاً لـ ASTM C31 بحيث تعالج مع المنشأ بنفس الطريقة ثم تختبر عند نفس عمر العينات المعالجه فى المعمل .

- يجب أن لاتقل مقاومة العينات المعالجة فى الموقع عن 0.85 من مقاومة العينات المعالجة فى المعمل .

- لاتطبق نسبة 0.85 % إذا حققت نتائج مقاومة العينات المعالجة فى الموقع زيادة عن المقاومة المميزة للمنشأ بمقدار 35 كجم/سم^2 .

و - الإجراءات المتخذة فى حالة فشل إختبارات المقاومة فى تحقيق إشتراطات القبول .

إذا فشلت الإختبارات فى تحقيق الإشتراطات المطلوبة فإنه يتم إجراء ما يلى :

- يتم إستخراج ثلاث عينات قلب خرسانة أو قطع كمرات خرسانية بالمنشار ويجب أن لايقل عدد عينات القلب الخرسانى عن ثلاثة عينات لكل رتبة من رتب الخرسانة .

- تستخرج عينات القلوب وتحفظ فى أوانى خاصة (ASTM C42) ويجب إختبار عينات القلوب بعد مرور 48 ساعة على الأقل من لحظة إستخراج العينات وبحيث لايزيد الزمن من لحظة الإستخراج ولحظة الإختبار عن 7 أيام .

- يعتبر العنصر إنشائياً آمن إذا كان متوسط مقاومة ضغط الثلاثة قلوب أكبر من أو يساوى 0.85 من المقاومة المميزة للعنصر وبحيث لايقل نتيجة العينة ذات المقاومة الأدنى عن 0.75 من المقاومة المميزة .

5-3-8- 3 نظام ضبط جودة مقترح من المؤلف .

أ - قياس خواص الخرسانة الطازجة :

ذكر الكود المصرى أن الهبوط يتم قياسة عند أخذ عينات المقاومة فقط وهذا غير جيد لأن إختبار الهبوط هو إختبار قليل التكلفة ولكن عن طريقة يمكن التحكم فى محتويات الخلطة وخاصة محتوى الماء والإضافة ولذلك نقترح أن يتم قياس الهبوط لكل عربة خرسانة فى حالة استعمال خرسانة محطات خلط الخرسانة الجاهزة وبحيث لايقل عدد الإختبارات عن عدد إختبارات مقاومة الضغط .

فى حالة الخرسانة المخلوطة فى الموقع يفضل أن يتم قياس الهبوط لكل خلاطة بمعدل إختبار لكل ساعة خلط وبحيث لايقل العدد عن عدد تجارب مقاومة الضغط ويحق للمهندس المشرف قياس الهبوط فى أية لحظة .

- درجة حرارة الخرسانة يتم قياسها عند أخذ إختبارات مقاومة الضغط .

- وحدة وزن الخرسانة تقاس مرة واحدة فى اليوم .

ب - مقارنة معدلات مقاومة الضغط لبعض الهيئات والنظام المقترح .

بند 5-3-8 -1- ب ، 5-3-8-2- ب يحتوى على معدلات إختبارات مقاومة الضغط الذى يوصى بها الكود المصرى ومعهد الخرسانة الأمريكى على الترتيب .
الحكم على توصيات الكود المصرى ومعهد الخرسانة الأمريكى سيتم مقارنتها بمتطلبات التفتيش العامة للبحرية الأمريكية MIL-STD414 (أنظر جدول رقم 3-2) وبإعتبار أن المتر المكعب من الخرسانة هو الوحدة المنتجه) .

جدول رقم (5-20) يحتوى على مقارنة بين معدلات MIL-STD ومتطلبات ACI ومتطلبات الكود المصرى وذلك لقيم مختلفة من الخرسانة التى يتم صبها فى يوم واحد من رتبة واحدة علماً بأن الكود المصرى يبدأ معدلاته من إنتاج 50م3 خرسانة ومضاعفات المائة متر مكعب فى اليوم الواحدويحتوى الجدول أيضاً على معدلات الإختبار المقترح بواسطة المؤلف .

من جدول رقم (5-20) يتضح أن متطلبات ACI ، عند 28 يوم فى حالة إعتبار أن عدد عينات الإختبار الواحد يساوى عينتين كما هو وارد فى ACI ، أقل كثيراً من متطلبات MIL-STD للتفتيش أما فى حالة إستخدام ثلاثة عينات بدلاً من إثنين فإنها مازالت بعيده وتقترب من نصف متطلبات MIL-STD .

جدول رقم (5-20) مقارنة بين معدلات مقاومة الضغط لعدة هيئات .

عدد العينات أو الإختبارات فى اليوم		أقل من 50	51 حتى 150	151 حتى 250	251 حتى 350	351 حتى 450	451 حتى 550	551 حتى 650	651 حتى 750
MIL-STD	عدد العينات	صفر	14	21	26	30	32	34	35
ACI	عدد الإختبارات	صفر	2	3	4	4	5	6	7
	عدد العينات (2عينة)*	صفر	4	6	8	8	10	12	14
	عدد العينات (3عينة)**	صفر	6	9	12	12	15	18	21
الكود المصرى	عدد العينات المبكرة (3 عينه)**	3	6	9	12	15	18	21	24
	عدد العينات المختبرة عند 28 يوم (3عينه)**	3	6	9	12	15	18	21	24
عدد العينات المقترحة	عدد العينات المبكرة (2عينه)*	3	4	4	4	4	6	8	12
	عينات 28 يوم (3عينه)**	3	9	15	21	27	30	33	36

* عدد عينات الإختبار الواحد = 2 عينة .
** عدد عينات الإختبار الواحد = 3 عينات .

- بالنسبة لمتطلبات الكود المصرى للخرسانة فسنجد أن عدد العينات المطلوبة الكلية (يشمل عينات تختبر مبكراً وعينات تختبر عند 28 يوم) تقترب من متطلبات MIL-STD ولكن يتم اهدار نصف العينات فى الإختبار عند عمر مبكر (عند عمر 3 أو 7 أيام) فى حين أن ضبط الجودة يتم عند عمر 28 يوم ولايتم صرف المستحقات المالية إلا عند عمر 28 يوم .

الجدول السابق يحتوى على نظام مقترح بواسطة المؤلف يتلاشى فية العيب السابق ويعتمد على الأسس التالية :

- عدد العينات الكلية المقترحة تساوى عدد العينات الكلية المقترحة بواسطة الكود المصرى ولا تزيد عنها بأكثر من عينة واحدة .

- عدد عينات الإختبار للإختبار الواحد فى العمر المبكر إثنين فقط (تسمح ACI بإختبار عينتين) ماعدا إنتاج أقل من أو يساوى 50 م^3 .

- الإختبارات فى العمر المبكر تستخدم فقط للحكم المبكر على مقاومة الخرسانة عند هذا العمر ومنة نتوقع مقاومة الـ 28 يوم وذلك لعمل أية تصحيحات لازمة فى الموقع وعدم الإنتظار لـ 28يوم .

ويمكن للمهندس فى حالة حاجتة أن يختبر ثلاث عينات أخرى مأخوذه من عينات 28 يوم .

- عدد عينات الإختبار عند العمر المبكر المقترحة لا تساوى عدد الإختبارات التى سيتم إختبارها عند عمر 28 يوم .

- يتم أخذ عينات الإختبار المبكر من نفس خرسانة عينات الـ 28 يوم وتوزع عبر ساعات عدد العمل بحيث تكون معبره عن خرسانة اليوم المتوسطة .

- عينات الإختبار عند عمر 28 يوم (الإختبار الواحد يمثل متوسط 3 عينات) عددها كاف للحكم على جودة الخرسانة فى اليوم الواحد فى حالة إنتاج خرسانة أكبر من 50 م^3 / يوم حيث يتوفر دائماً عدد إختبارات لايقل عن 3 إختبارات (9 عينات) وذلك طبقاص للتقييم المبدئ كما جاء ببند 5-3-8-1-ج ويمكن توضيح المقترح السابق بالأمثلة التالية :

مثال (1):
أذكر عدد الإختبارات المطلوبة فى يوم السبت لأحد المشاريع حيث يتم صب 200 م3 فى اليوم بخلاطات حجمية وذلك بالنظام المقترح والكود المصرى والـ ACI .

جدول رقم (5-21) معدلات إختبارات الخرسانة الطازجة وأخذ عينات مقاومة الضغط لموقع يصب 200 م3 فى يوم السبت الموافق 2010/10/27م .

س / الزمن	8 15	9 10	10 30	11 00	11 45	2 00	3 15	4 30
هبوط مم	100	110	120	10	10	11	13	90
عدد عينات إختبار 7 أيام (مكعب)			2					2
عدد عينات إختبار 28 يوم (مكعب)		3	3		3	3		3
درجة الحرارة م°		32	30		33	30		31
وحدة الوزن طن/م3			2.38					
عدد عينات ACI *			3		3			3
عدد عينات الكود المصرى			6		6			6

* الإختبار 3 عينات .

الحل :

جدول رقم (5-21) يحتوى حل مقترح للمثال السابق وتم توضيح عدد العينات بالطرق الثلاثة السابقة ويلاحظ أن النظام المقترح يجعل ضبط الجودة للخرسانة الطازجة تغطى يوم العمل كما أن عدد عينات الإختبار بعد عمر 28 يوم تغطى ساعات العمل رغم استخدام 19 مكعب بينما ينص الكود المصرى على استخدام 18 مكعب لكن نصفهم يستخدم لحساب مقاومة الـ 7 أيام والتى لاتلتزم بها ACI .

مثال (2) :

يتم صب لبشة مسلحة تتطلب 500م^3 يتم صبها بخرسانة منتجه بواسطة إحدى محطات الخرسانة الجاهزة التى تبعد عن الموقع بحوالى 50 كم علماً بأن عربة نقل الخرسانة = 10م^3 وسيتم الصب خلال 24 ساعة . إذكر خطة ضبط الجوده .

الحل :

- عدد العربات = 10/500 = 50 عربة .

- من جدول (5-20) عدد إختبارات الهبوط = 50 إختبار .

- عدد عينات الإختبار المبكر طبقاً للنظام المقترح = 6 عينات (3 إختبار) .

- عدد عينات المطلوبة الإختبار عند عمر 28 يوم = 30 عينة (10 إختبار) .

- عدد عينات المطلوبة ACI = 15 عينة (5 إختبارات) .

- عدد عينات المطلوبة بالكود المصرى = 36 عينة (12 إختبار) .

توزع إختبارات الهبوط فى جداول مثل جدول رقم (5-22) وتوزع باقى إختبارات الخرسانة الطازجة وعينات مقاومة الضغط كما بجدول رقم (5-23) .

جدول رقم (5-22) نتائج إختبار الهبوط .

رقم العربة	1	2						49	50
زمن التحميل	8.00ص	8.20ص						5.45	6.00ص
الزمن عند الصب	8.45ص	9.15ص						6.10	7.30ص
زمن الرحلة	45	55						25	30
هبوط مم	160	150						150	180

بالنسبة لعدد عينات الـ 28 يوم فى النظام المقترح 10 إختبار تؤخذ من 50 عربة أى إختبار واحد لكل ثلاثة عربات تقريباً . يقوم مهندس ضبط الجودة بالتخطيط لتوزيع الـ 15 إختبار خلال 24 ساعة ولذلك سيتم إختبار فى أول ساعة وفى آخر ساعة وفى ساعة فى منتصف العمل ويوزع الباقى كما فى جدول رقم (5-23) وبحيث يكون هذا التخطيط سراً مع مهندس ضبط الجودة ويلاحظ أن عدد عينات النظام المقترح هو نفس عدد عينات الكود المصرى (36عينة) ولكنة يغطى مسافة زمنية أكبر .

جدول رقم (5-23) توزيع لإختبارات طبقاً للثلاث الأنظمة .

الزمن	8.45 ص	9.45 ص	11.15 ص	12 ص	1.50 م	3.30 م	6 م	7.45 م	10 م	11.45م	2.10 ص	3.45 ص	5.15 ص	6 ص	7.45 ص
النظام المقترح: عدد عينات مبكرة			2					2				2			
النظام المقترح: عدد عينات 28يوم	3		*3		3	3	3	*3		3		*3		3	*3
ACI			3		3			3				3			3
كود مصرى	6		6		6			6				6			6

ص = صباحاً - س = مساءاً .

- يتم قياس درجة حرارة الخرسانة مع هذه العينات .

يفضل أن يجهز مهندس ضبط الجودة إختيارات متعددة فى الجدول ويأخذ العينات بطريقة عشوائية

مثال 3 :

سقف أبعادة 30 م × 20م عبارة عن بلاطة لاكمرية سمكها 0.20 م وبحصر صلب تسليحها وجد أنة يتكون من 8.0 طن تسليح قطر 16 مم و10 طن تسليح 10 مم و 0.50 طن قطر 8 مم .
الخلطة الخرسانية تتكون من 350 كجم أسمنت و 180 لتر ماء و 3 لتر مادة ملدنة و 1100 زلط و 700 كجم رمل علماً بأن نسبة إهلاك الزلط تتراوح بين 3.00 ، 5.00 % ونسبة إهلاك الرمل تتراوح بين 5 ، 8 % ونسبة إهلاك الأسمنت تتراوح بين 1 ، 3 % ونسبة إهلاك الصلب يتراوح بين 5 ، 8 % ويستخدم الهالك من الصلب فى أعمال الكراسى وسيتم الصب بخلاطات حجميه فى يوم واحد .

الحل :

حجم الخرسانة =30 × 20 × 0.2 = 120 م^3 .

حجم الزلط = 120 × 1,1 × 1.03 / 1.6 (كثافة الزلط) = 85 م^3 .

حجم الرمل = 120 ×0,7 × 1.06 /1.7 (كثافة الرمل) = 53 م^3 .

- حجم الإضافة = 360 لتر .

- وزن الأسمنت = 120 × 0.350 = 42 طن .

- ضبط جودة الزلط .

* عدد الشاحنات = 12/85 = 7 عربات .
(حجم الشاحنة = 12 م^3) .

* عدد تجارب الفحص البصرى = 7 .

* عدد إختبارات لوس أنجيلوس = 1

* عدد إختبارات التدرج الحبيبى = 100/85 = 1

* عدد إختبارات الطين والمواد الناعمة = 1

* عدد إختبارات محتوى الكلوريدات والكبريتات = 1

*ثبات الحجم (Soundness) = 1

* بالنسبة للنشاط القلوى يتم إجراؤه مرة واحدة .

- ضبط جودة الرمل :

*عدد الشاحنات = 12/53 = 5

* عدد الفحص البصرى = 7

* عدد إختبارات التدرج الحبيبى = 1

* عدد إختبارات الطين والمواد الناعمة = 1

* عدد إختبارات محتوى الكلوريدات والكبريتات = 1

- ضبط جودة الإضافات :

* يقوم المورد بتقديم شهادات إختبارات حديثة للتجانس والآدائية . ويمكن للمالك والإستشارى طلب إجراء إختبارات من العينة الموردة .

* على مفتش ضبط الجودة التأكد من أن الإضافات حديثة ولايجوز إستخدام تلك الإضافات لو كان عمرها 6 شهور .

- ضبط جودة صلب التسليح :

* حيث أن وزن الصلب أقل من 50 طن ولذلك يتم إجراء إختبار واحد شد وثنى لكل من الأقطار 16 ، 10 ، 18 مم .

- ضبط جودة الشدات وتنفيذ المنشأ الخرسانى ستذكر فى الأبواب اللاحقة .

- عدد تجارب إختبار الخرسانه كما يلى :

* حجم الخرسانه 120 م3 وسيتم صبها فى 8 ساعات عمل .

* عدد إختبارات الهبوط 8 إختبارات توزع على اليوم .

* تقاس وحدة الوزن مرة واحده .

* بناء على جدول رقم (5 - 20) فإن عدد مكعبات الإختبار المبكر 4 وعدد مكعبات الـ 28 يوم 9 ويؤخذ 5 فى الفتره الصباحيه (3 بعد 28 يوم و 2 بعد 7 أيام) وثلاثه فى فترة الظهيره (28 يوم) و 5 بعد الظهيره .

- يحكم المهندس على النتائج كما ذكر فى الباب الرابع والخامس .

الباب السادس

أساسيات تنفيذ المنشأ (الهيكل الخرسانى) وضبط جودة والتفتيش

BASIC OF CONSTURUCTION, QUALITY CONTROL AND INSPECTION OF REINFORCED CONCRETE SKETON

6 - 1 مقدمة :

يشمل هذا الباب على أسس تنفيذ وضبط جودة الأساسات وأعمال الهيكل الخرسانى وأعمال التنفيذ ولا يشمل هذا الباب على تفصيلات التنفيذ حيث أن التنفيذ مجال مفتوح للمهندس ليبدع ويضيف إلية . وخلال عرض هذا الباب عندما نذكر أن طرف يخطر الآخر فإن هذا يعنى الأخطار بطريقة كتابية رسمية .

6 - 2 استلام الموقع :

6 - 2 - 1 عام :

يجب على المهندس زيارة موقع المشروع المزمع إنشاؤه قبل التقدم للمشاركة فى المشروع ودراسة وجود الخامات بالقرب منه وإمكانية دخول معدات التنفيذ وهل توجد معوقات تعوق المشروع أم لا

6 - 2 - 2 إستلام الموقع :

بعد عمل التعاقدات يقوم المقاول فى وجود المالك والإستشارى بإستلام الموقع وعلية إجراء مايلى :

1 - التأكد من وجود التراخيص :

يجب على المهندس التأكد من وجود التراخيص والمستندات اللازمة إلا إذا كان ضمن إختصاصاته إستخراج تلك التراخيص .

2 - التأكد من خلو الموقع من المعوقات :

تسجيل أية معوقات فى الموقع ويقوم المقاول بإخطار المالك بها بطريقة رسمية وإذا كانت هناك مخلفات بالموقع يحصر كميتها ويعرضها على الإستشارى قبل نقلها وأخذ موافقة كتابية منه بذلك .

3 - الرفع المساحى للموقع :

يجب الرفع المساحى لموقع المشروع والتأكد من أن الأبعاد والمساحة الموجودة فى الموقع تطابق اللوحات التصميمية وإخطار المالك والإستشارى لإتخاذ اللازم فى حالة وجود اختلاف .

4 - التأكد من وجود الماء والكهرباء :

يقوم المهندس بالتأكد من وجود مصدر للماء والكهرباء ولا يتم تسجيل إستلام الموقع إلا بعد وجودهما وإذا تم تكليف المقاول بإدخال الماء والكهرباء فيتم إعتماد إستلام الموقع بعد وصول الماء والكهرباء الموقع .

6 - 3 تخطيط الموقع : Site Lay Out

يتوقف تخطيط الموقع على حجم المشروع فمن الممكن أن يكون المنشأ منشأ سكنى على مساحة محدودة (100 - 2000 م^2 مثلاً) أو أن يكون مشروع صناعى مقام على عدة أفدنة .

6 - 3 - 1 تخطيط موقع محدود :

- يتم تنفيذ سور مؤقت من الأخشاب أو الصاج حول المشروع لمنع دخول الجمهور .

- تحديد مساحة صغيرة للتشوينات داخل الموقع .

- وضع لافتات تحذير للمارة .

6 - 3 - 2 تخطيط المواقع الكبيرة :

- يفضل تنفيذ سور حول الموقع بحيث يكون هو السور النهائى للمشروع ويمكن تأخير عملية التشطيب حتى قبل تسليم العملية .

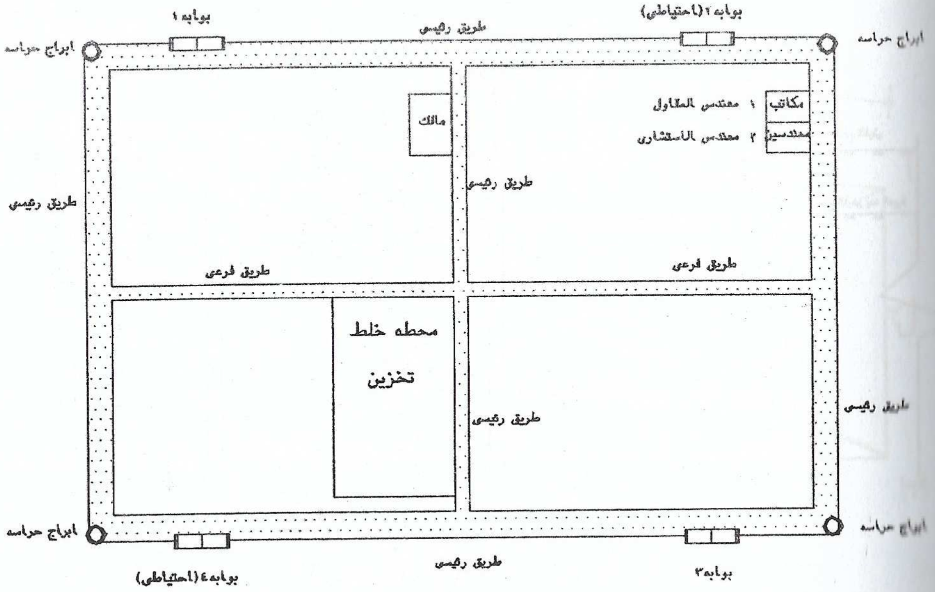
- يتم عمل شبكة من الطرق الدائمة والطرق المساعدة داخل الموقع بتنفيذ طبقة أساس مساعد وطبقة أساس من كسر الأحجار الصلبة ودمكها جيداً ويتم تنفيذ الطبقات النهائية للرصف عند نهاية المشروع .

- تنفيذ أماكن لإقامة دولاب عمل (مهندسين - وفنيين) المقاول وتنفيذ أماكن لإقامة مهندس الإستشارى ودولاب ضبط الجودة ومندوب المالك .

- تحديد أماكن تشوين مواد الإنشاء وعمل أماكن مغلقة لتخزين الأسمنت والإضافات الكيميائية وصلب التسليح وفى الأجواء الحارة يمكن عمل مظلات تحمى الركام من أشعة الشمس .

- يمكن إستغلال المساحات المخصصة للمبانى التى سيتم تنفيذها فى نهاية المشروعات لأغراض مؤقتة مثل وضع محطة خلط مركزية .

وشكل رقم (6 - 1) يوضح مثال لتخطيط الموقع .



شكل رقم (6 - 1) مثال لتخطيط الموقع .

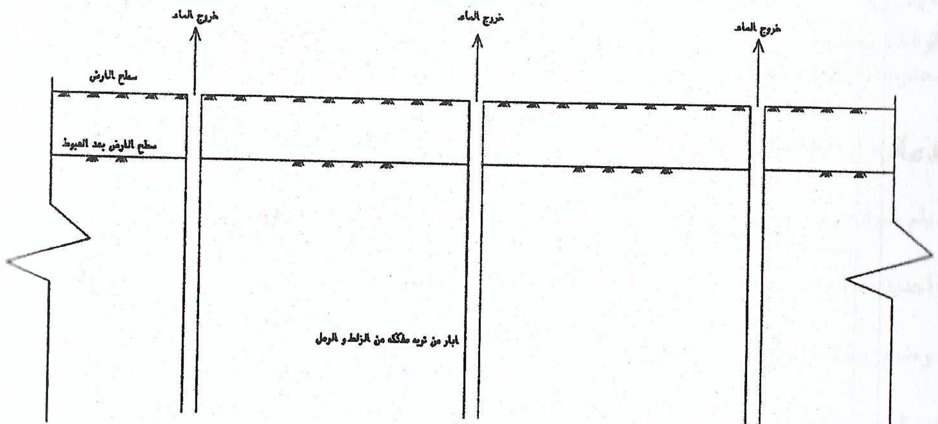
6 - 4 الجسات التأكيدية :

يجب أن يقوم المقاول بعمل جسات تأكيدية عددها يتوقف على حجم المشروع وفى حالة إختلاف تقرير الجسات التأكيدية عن تقرير التربة الأصلى يتم إخطار المالك والإستشارى بحيث يقوم الإستشارى بعمل التعديلات اللازمة إن تطلب الأمر .

6 - 5 تحسين خواص تربة الموقع :

فى بعض المشاريع تكون تربة الموقع للطبقات السطحية ضعيفة جداً مثل المواقع الموجودة فى بحيرة المنزلة وفى بعض مناطق بورسعيد وغيرها ، حيث تكون التربة لأعماق تصل من عمق 10 متر الى 20 متر تربة طينية لينة جداً وبها أصداف وقد تكون مختلطة بالأملاح وهذه الأنواع من التربة ينتج عنها هبوط شديد فى الطرق أو أرضيات المنشآت ولذلك يمكن تحسين خواص تربة الموقع بحيث تقلل من الهبوط المتوقع ويمكن تحسين خواص التربة بإتباع ما يلى :

(1) عمل آبار فى الموقع يتم ملؤها بالرمال والتربة المفككة وهذه الآبار يتم تصميم عددها بحيث تسمح بخروج الماء الجوفى وتجفيف الموقع وبذلك يتحسن تماسك طبقات الطين ويحدث هبوط لأرضية الموقع (شكل6-2) ولكن هذه الطريقة تحتاج لوقت طويل .



شكل رقم (6 - 2) تحسين التربة بآبار الرمال.

(2) تحسين التربة بإستخدام ألواح (Plates) صرف ، يتم وضع ألواح عالية النفاذية فى الموقع بواسطة ماكينة مثل ماكينة الخوازيق وهذه الألواح لها القدرة على جذب وسحب الماء اليها ليتم تجفيف الموقع بسرعة نسبياً ولكن التكلفة تكون عالية .

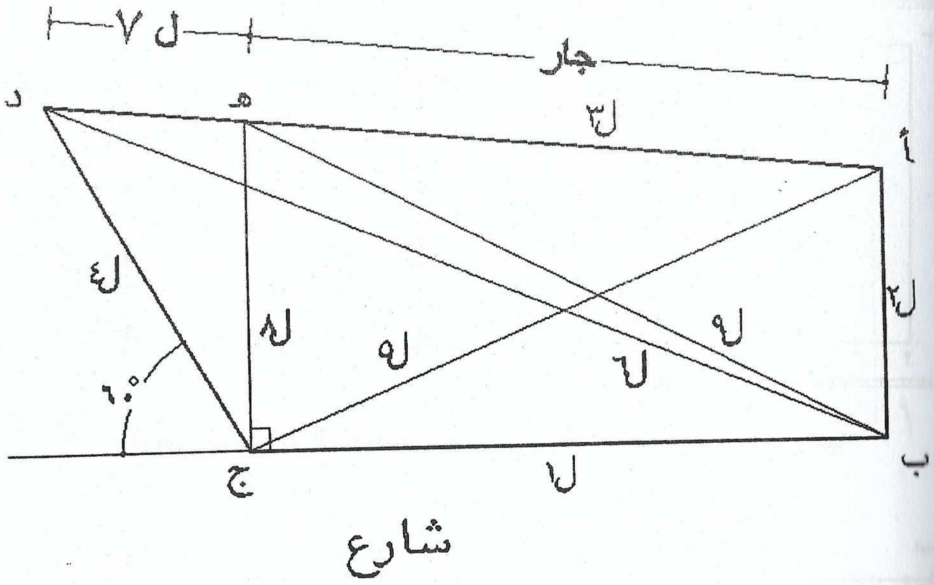
6 - 6 الأترسيه :

يقوم المهندس المنفذ بتنفيذ أترسيه فى الموقع ، والأترسيه ماهو إلا وضع محاور س ، ص على أرض الموقع لإستخدامها فى توقيع الأساسات والأعمدة واللوحات على الطبيعة والأترسيه يمكن توقيعه بالأخشاب وتثبت فى الأرض بخوابير خشبيه أو أى طريقه أخرى كما سيرد لاحقاً .

6 - 6 - 1 الأترسيه للمشروعات المحدودة :

1 - يحدد المهندس نقطة ما ولتكن على رصيف الشارع أو على عمود كهرباء لتستخدم كمرجع لمناسيب التأسيس وإرتفاعات الطوابق المختلفة وتسمى تلك النقطة بالروبير .

2 - يقوم المهندس بدراسة لوحة الموقع العام وتحديد الزوايا والمسافات المختلفة شكل رقم (6-3)



شكل رقم (6 - 3) لوحة الموقع العام .

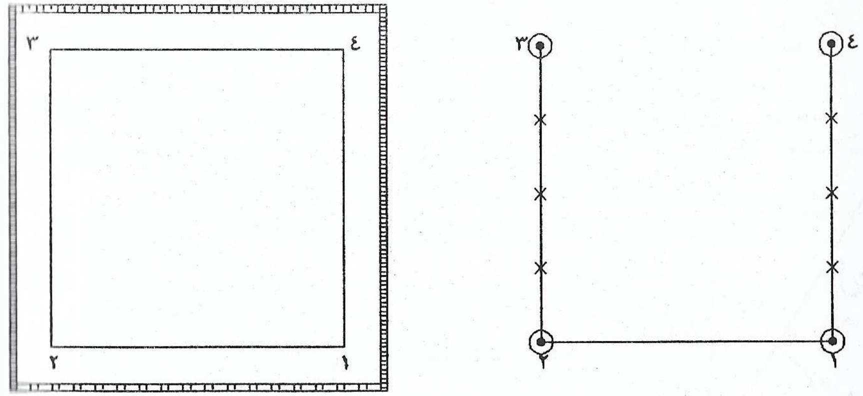
3 - فى حالة توافر محطة رصد يمكن إستخدامها فى توقيع الخط ب ج ، الخط العمودى عليه ب أ والخط ج هـ العمودى علي ب ج ويتم توقيع النقطة د ومن خلال قياسات محطة الرصد (Total Station) يتم الحصول على شكل يتم مقارنته بلوحات الموقع العام ويجب التأكد يدوياً بعمل قياسات مثل ل5 ، ل6 ، ل8 ، ل9 .

- ويمكن تحديد الخنزيرة المتعامدة بالتيودليت بإحدى الطريقتين التاليتين :

أ - تحدد نقطتين على إستقامة واحدة بحيث يكون الخط الموازى لهما موازى لأحد أضلاع الموقع

- يثبت التيودليت عند أقرب النقطتين ويتم رصد النقطة الأخرى ثم يلف المنظار بمقدار 180 ° وترصد أى نقطة قريبة من الموقع .
- ينقل الجهاز الى النقطة التى تم رصدها ثم تحدد عدة نقاط على الأرض أمامها لتحديد خطاً أفقياً
- يلف المنظار على المحور الرأسى بزاوية 90° وترصد عدة نقاط لتحديد خط عمودى عليه ويكرر العمل السابق لتحديد أركان الخنزيرة الأربعة .

ب - مقترح (بالمؤلف) .
- يتم تثبيت التيودليت عند نقطة بداية أرض الموقع نقطه (1) ثم يتم رصد النقطة التى تمثل نهاية الأرض(2) على نفس الحد ونوقع هذا الخط .(شكل رقم 6 - 4) .



وضع الأتريسيه

توقيع الخطوط المتعامدة



توقيع الخط ٢-١

توقيع الخط ١-٢

شكل رقم (6 - 4) توقيع الأترسية بالتيودليت .

- تكرر الخطوة السابقة مع البدأ بنقطة النهاية (2) ورصد البداية (1) وتوقيع خط آخر فإذا تتطابق الخطان يكون هذا الخط هو الخط المحدد للملكية ويحدد هذا الخط على الطبيعة (إن لم يتطابقا الخطان تكرر المحاولة) .

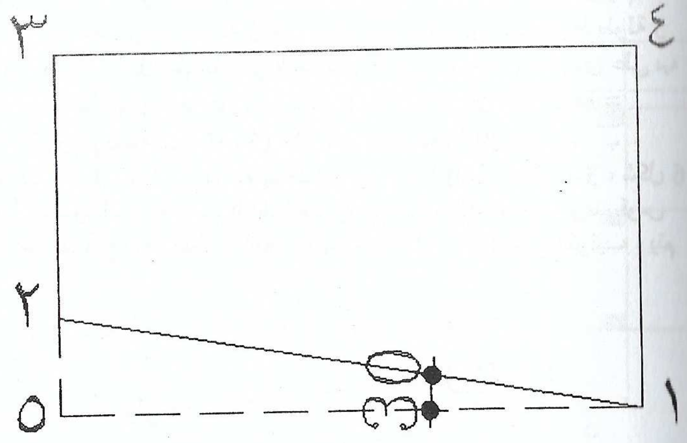
- يلف التيودليت 90° ليرسم خطأ عمودياً ينتهى بنهاية الملكية .

- ينقل الجهاز على هذا الخط ويتم رصد نقطة البداية والنهاية دائماً والتأكد من أن الزاوية بينهما 180° ويرسم من نقطة وجود الجهاز خطوطاً متعامدة .

- يتم التأكد بقياسات قطرية .

- يتم الخروج على هذه الخطوط المتعامدة بمقدار 3 متر مثلاً خارج حدود الأرض لوضع الأترسيه خارج الموقع .

4 - فى حالة مايكون الشارع مائل نحدد من اللوح الزاوية (α) شكل رقم (6 - 5) .

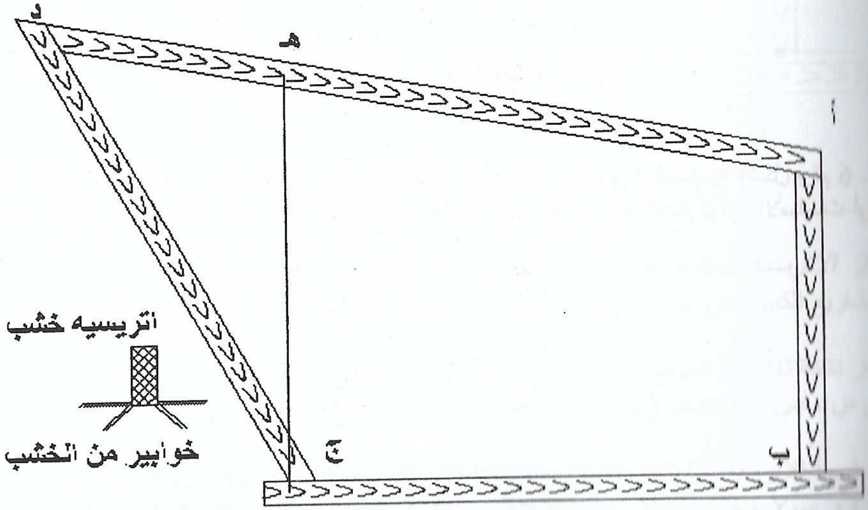


شكل رقم (6 - 5) توقيع الأرض فى حالة عدم الإنتظام .

- توقع الخط 1 - 2 كما سبق .

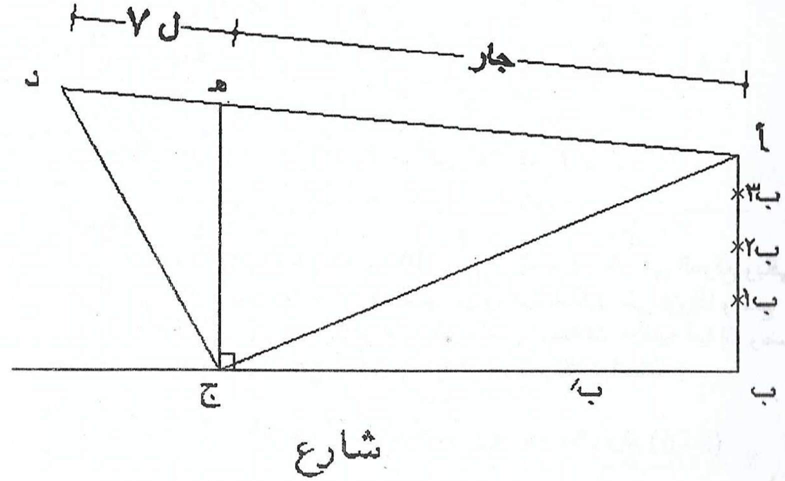
- يتم الوقوف بالجهاز عند نقطة (1) ويتم لف الجهاز 30 ° ونوقع الخط 1 - 5 على الموقع وباقى الأترسيه كما سبق ليتم توقيع اللوحات منها كما صمم المهندس ويجب التأكيد على أن إذا وضع الأترسيه على الخط 1 - 5 فيجب قياس وتوقيع المحاور على أساس المسافات الأفقيه أما إذا وضع الأترسيه على الخط 1 -2 فيجب قياس وتوقيع المحاور على أساس المسافات المائله .

5 - يتم تثبيت أترسيه من الخشب فى الموقع بحيث لايحدث بة زحزحة شكل رقم (6 - 6) .



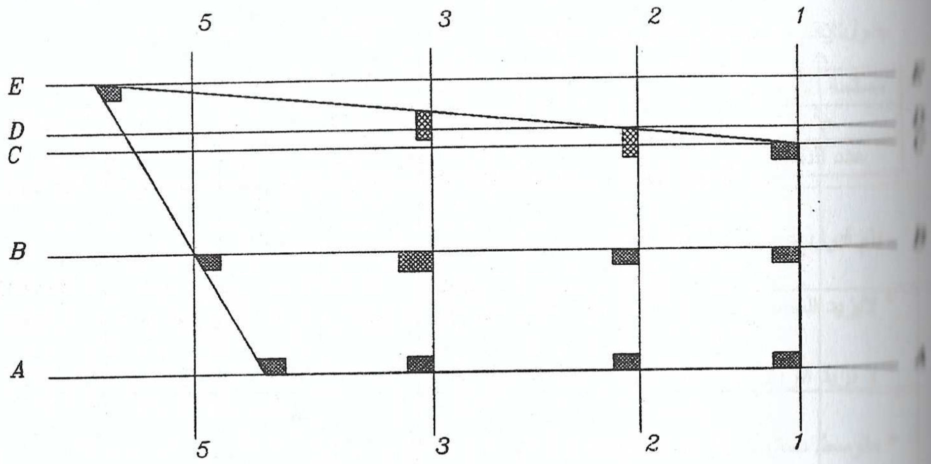
شكل رقم (6 - 6) توقيع وتثبيت الأترسيه .

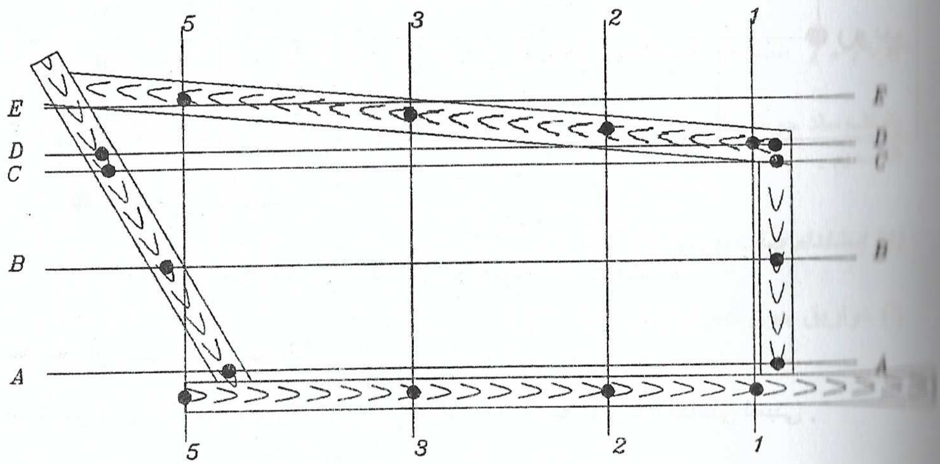
- فى حالة عدم توفر أجهزة مساحية يتم رسم خطوط عمودية على الخط ب -- ج ، وكمثال يتم الارتكاز فى ب وتحديد نقطة $\overline{ب}$ تبعد من ب مسافة 3 متر ومن $\overline{ب}$ نرسم قوس بالشريط طولة 5 متر ومن ب نرسم قوس طولة 4 متر يتقابل القوسان فى النقط ب1 فيكون ب – ب1 عمودى على ب (نظرية فيثاغورث) ، يتم رسم نقطة ب2 تبعد عن ب بمقدار 8 متر وتبعد عن $\overline{ب}$ مسافة = 8.54م أى جذر(3^2+8^2) ، يتم رسم نقطة ب3 تبعد 15 متر عن ب وتبعد 15.297 من $\overline{ب}$ ، وضع شواخص على النقاط ب ، ب1 ، ب2 يتم توقيع الخط العمودى ب أ (أنظر شكل 6-3 ، شكل 6-7) والتى تحدد بالقوس ج أ ، بنفس الطريقة نرسم الخط العمودى ج هـ وتحدد نقطة هـ برسم قوس طولة ل 9 من نقطة (ب) . من هـ ، ج نوقع نقطة د لتبعد عنهما مسافة ل7 ، ل4 على الترتيب ، يتم وضع الأترسيه وتثبيته .



شكل رقم (6 - 7) توقيع الأترسية بنظرية فيثاغورث .

- بعد وضع الأترسيه يتم توقيع محاور المبنى عليه سواء يدوياً أو بالأجهزة المساحية (شكل رقم 6 - 8) ويمكن تثبيت مسامير تمثل المحاور ويمكن شد خيط قوى لكل محور بحيث يتم توقيع الأساسات أو الأعمده منه .





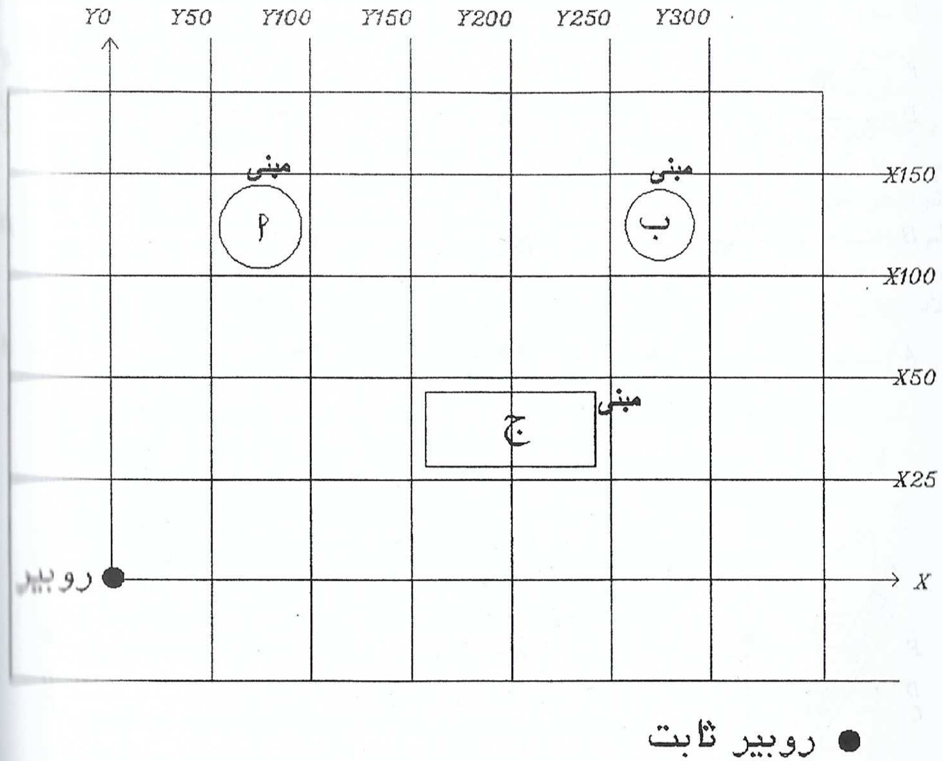
شكل رقم (6 - 8) توقيع المحاور على الأترسية .

6 - 6 - 2 الأترسية للمشاريع الكبيرة (الصناعية - الإدارية - الرياضيه) .

تتكون المشاريع الكبيرة من عدة مبانى وعدة منشآت صناعية ولذلك تصل مساحتها الى عدة أفدنة .

يتم إختيار نقطة ثابتة فى الموقع تؤخذ كروبير ثابت (نقطة أصل) منسوبها يمثل المنسوب صفر والإحداثى س ، ص لهما بصفر (يمكن صب جزء خرسانى مسلح ليمثل هذه النقطة).

يتم عمل لوحة للأترسية كما بشكل (6-9) بحيث تبدأ الإحداثيات الرأسيه من Y_0 ، Y_{100} (على بعد 100 متر) ، Y_{150} ، حتى Y_{250} . وتبدأ الإحداثيات الأفقية من X_0 وحتى X_{150} ويتم تحديد ذلك فى الموقع بنقاط ثابتة .



شكل رقم (6 - 9) الأترسيه للمشروعات الكبيره .

- عند تنفيذ أى مبنى داخلى مثل المبنى (أ) .
- يتم الرجوع الى أقرب المحاور Y_{50} ، X_{100} وتبدأ منها وضع الأترسيه الداخلى للمبنى .

6 - 6 - 3 التفتيش وضبط الجودة لأعمال الأترسية :

يقوم مهندس ضبط الجودة بإستلام والإطلاع على شهادات توقيع الأترسيه ويحق له أن يأخذ بعض القياسات للتأكد من صلاحيتها وعلية التأكد من تثبيت الأترسيه جيداً.

6 - 7 الحفر .

- عمق الحفر عبارة عن عمق التأسيس وفى حالة وجود إحلال يكون عمق الحفر يساوى سمك الإحلال بالإضافة لعمق التأسيس (منسوب قاع الخرسانة العادية) وذلك فى الأساسات السطحية .
- عمق الحفر الأولى فى حالة الخوازيق هو العمق من منسوب الصفر وحتى قمة هامات الخوازيق
- يتم الحفر آلياً أو يدوياً .
- بعد الحفر يتم إستلام عمق الحفر بواسطة ميزان القامة لعدة نقاط ويحدد عدد تلك النقاط كما هو بجدول (6-1) .

جدول رقم (6-1) عدد نقاط قياس عمق الحفر .

مساحة الأرض $م^2$	100	200	400	400 <
عدد النقاط	7	10	16	نقطة كل 25 $م^2$

- يتم قبول عمق الحفر كما يلى :

* لايزيد النقص فى عمق الحفر عند نقط معينة عن 4 سم حتى لايؤثر على سمك الخرسانة العادية
* لا تزيد الزيادة فى عمق الحفر عند نقاط معينة عن 6 سم حتى لايؤثر على التأسيس .
* متوسط عمق الحفر للنقاط المختلفة لايزيد عن + 3 سم و- 2 سم .

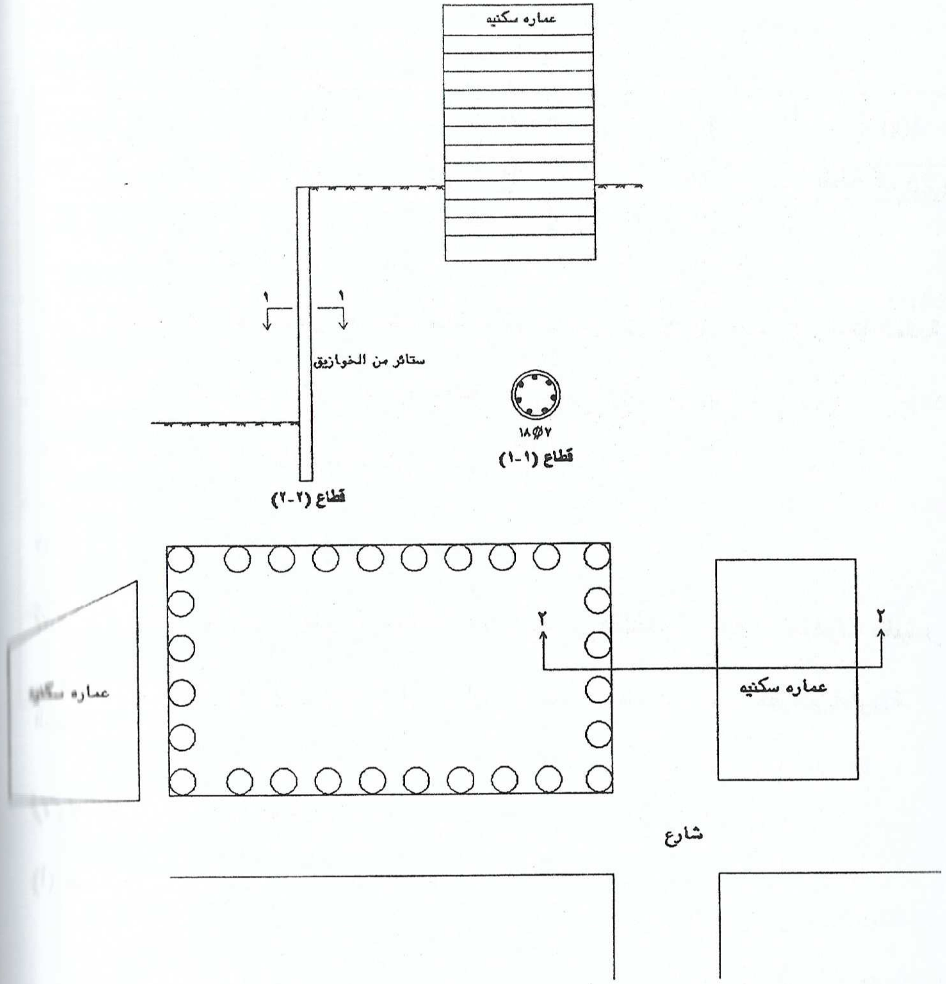
6 - 7 - 1 سند جوانب الحفر :

6 - 7 - 1 سند جوانب الحفر للمنشآت الموجودة فى مناطق سكنية أو مأهولة بالبشر .

يتوقف سند جوانب الحفر على عمق الحفر ويمكن تلخيصها فى مايلى : دون التعرض لطريقة التصميم .

(1) إستخدام صف من الخوازيق السانده .

(أ) خوازيق بدون كمرات (شكل رقم 6-10) .



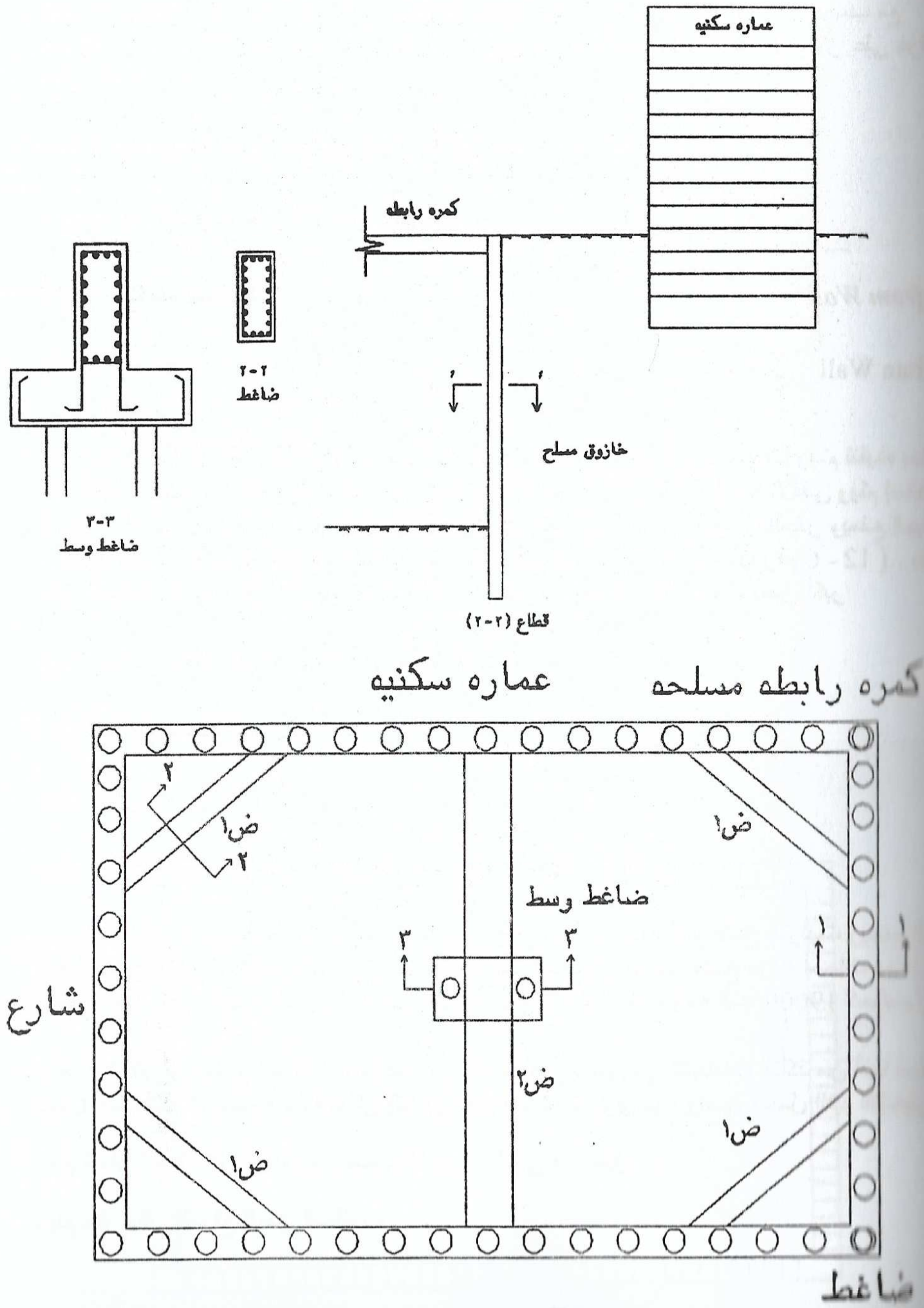
شكل رقم (6 - 10) إستخدام الخوازيق فى سند جوانب الحفر .

- يتم تنفيذ خوازيق بالتثقيب حول موقع المبنى ويمكن أن تكون الخوازيق متراصة أو تترك بينهما مسافة وفى حالة وجود ماء جوفى أو تربة مفككة مثل الرمال يتم تنفيذ خازوق من البنتونيت فى تلك الفراغات لمنع تسرب الماء وتقليل إنفاذية الماء لداخل الموقع (تنفذ الخوازيق البنتونيت أولاً ثم تنفذ خوازيق الخرسانة المسلحة) .

- يتم حفر الموقع .

- تستخدم تلك الطريقة فى سند جوانب الحفر حتى عمق حوالى 3.5 متر .

(ب) إستخدام خوازيق وكمرات وضواغط (شكل رقم 6- 11) .



شكل رقم (6 - 11) استخدام خوازيق وكمرات وضواغط .

- يستخدم نفس الإسلوب السابق مع ربط الخوازيق فى منسوب سطح الموقع بكمرة خرسانية مسلحة تجعل الخوازيق تعمل معاً . يتم وضع ضواغط جانبية (ض1) من الخرسانة المسلحة تصب مع كمرات الربط وفى المواقع الكبيرة المساحة يتم وضع ضواغط فى الوسط (ض2) ترتكز على خوازيق داخل الموقع .

- بعد تمام تصلب النظام السابق يتم الحفر والتنفيذ .

- يتحمل هذا الإسلوب عمق أكبر من الحفر .

(2) *إستخدام الحوائط* *Dyfram Wall*

(أ) إستخدام Dyfram Wall

يستخدم هذا النظام لعمل حائط خرسانى مسلح يحيط بالموقع من جميع الجهات ويتم تنفيذه بماكينة خاصة تقوم بتثقيب الحائط لعمق كبير ويتم حفر الحائط جزء جزء فى الإتجاة الأفقى ويتم إستخراج التربة بتلك الماكينة وضخ معلق البنتونيت فى الأماكن المحفورة ليثبت جوانب الحفر ويمنع إنهيارها وعند الوصول للعمق المطلوب يتم صب الخرسانة وإنزال تسليح الحائط (شكل رقم 6 - 12) . ويجب على المهندس تنفيذ تداخل بين حطات الحائط ويستخدم الـ Dyfram للوصول لعمق أكبر

(ب) استخدام حائط Dyfram Wall مع شدادات :

- يتم تنفيذ الحائط كما سبق .

- يتم الحفر للعمق H1 أولاً .

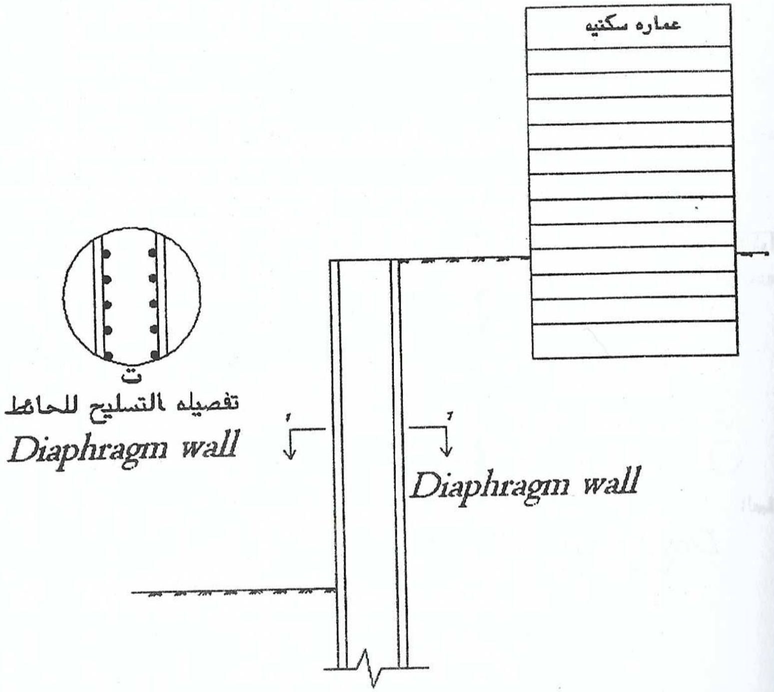
- يتم عمل فتحات فى الحوائط فى أماكن الصف الأول من الشدادات .

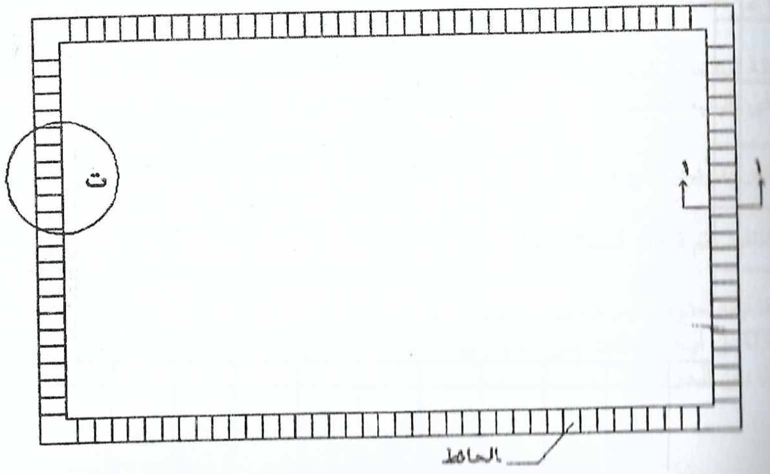
- يتم إدخال بريمة فى الفتحة ويتم حفر حفرة مائلة فى مكان الشداد مع ضخ بنتونيت ويجب الحفر بمعدل بطئ حتى لايحدث هبوط فى أساسات المنشآت المجاورة ثم يتم ضخ مونة أسمنت ورمل فى الحفرة بعد وضع تسليح خاص من جدائل الصلب عالى المقاومة (مقاومة الشد 19000 كجم/سم^2) .

- بعد تمام تصلب جميع الشدادات يتم عمل تجربة شد على بعض من الشدادات للتأكد من أنها تستطيع تحمل حمل الشد المصممة علية بآمان (تختبر على قوة شد تساوى مرة ونصف حمل الشد التشغيلى) .

- يتم الحفر للعمق H2 ويتم تنفيذ صف الشدادات الثانى كما سبق .

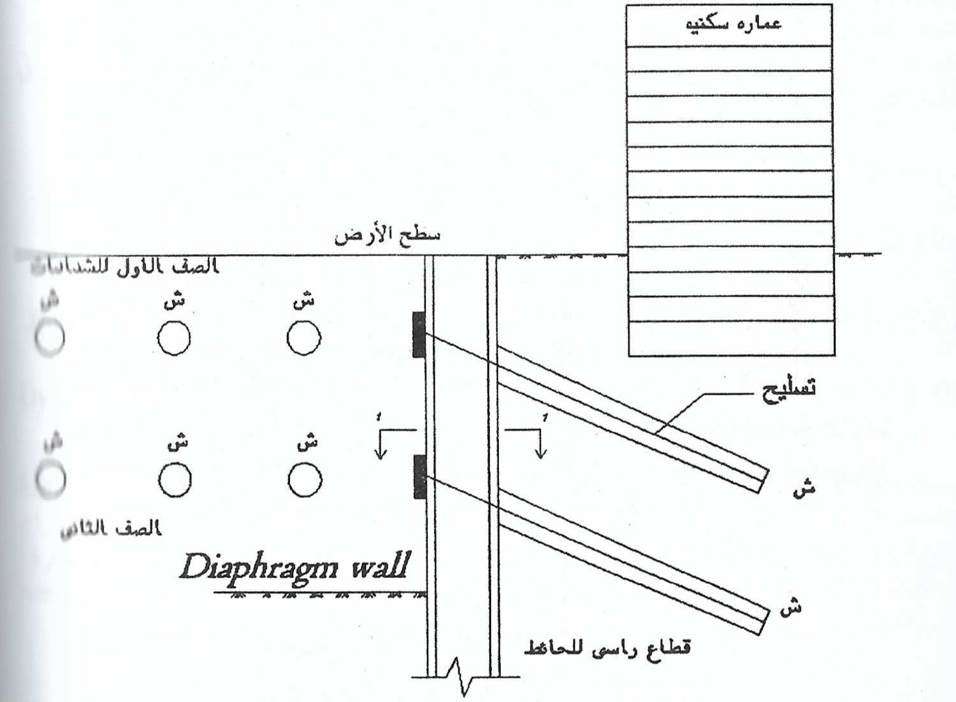
- يتم حفر باقى الموقع للعمق المطلوب .

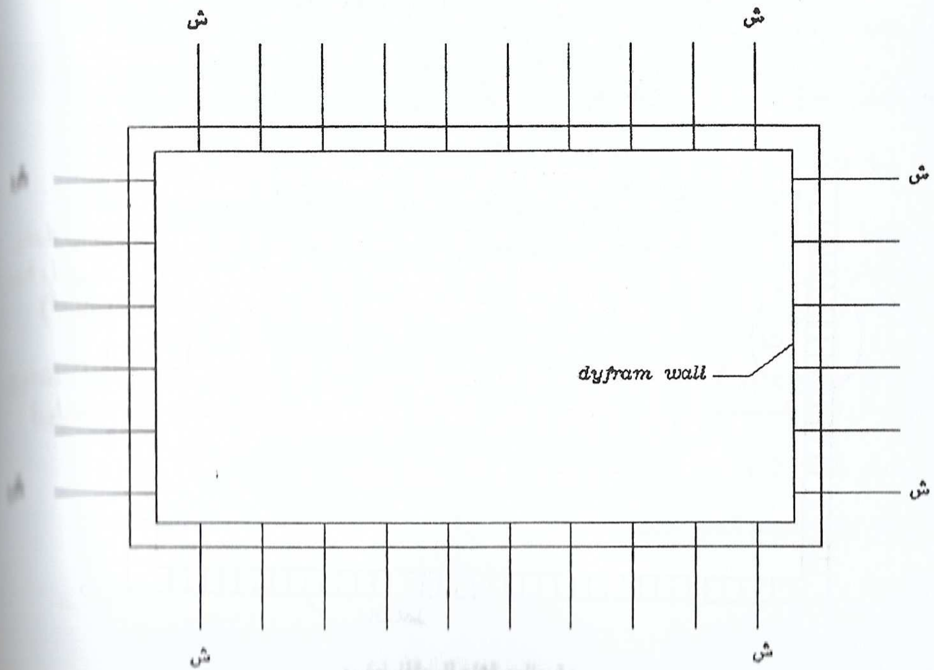




مسقط افقى للحائط و الموقع

شكل رقم (6 - 12) استخدام الـ Dyfram wall .



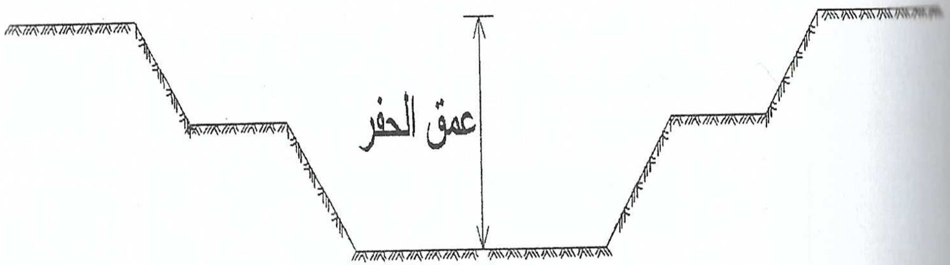


شكل رقم (6 - 13) استخدام الحائط والشدادات .

6 - 7 - 2 سند جوانب الحفر فى مناطق غير سكنية وغير ماهولة .

(1) عمل جسور .

يمكن عمل جسور مائلة أثناء عملية الحفر وذلك لملاشاة أية ضغوط جانبية . شكل رقم (6 - 14).



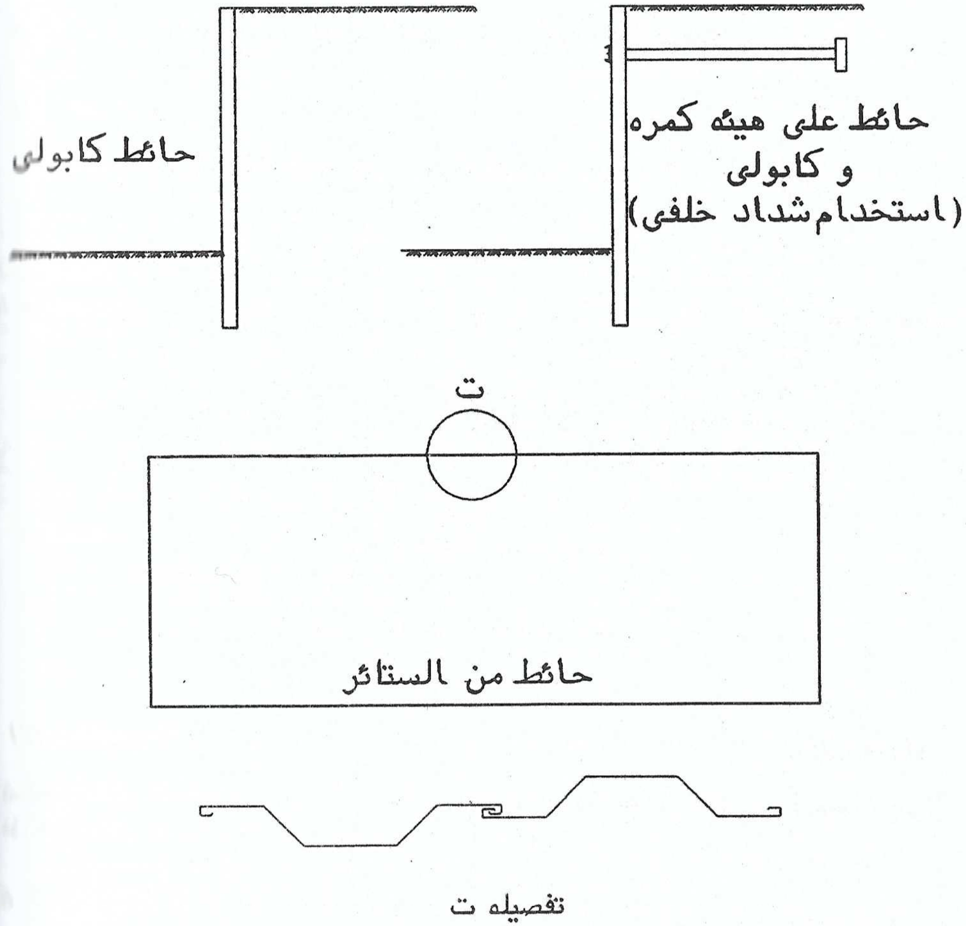
شكل رقم (6 - 14) استخدام الجسور .

(2) إستخدام ستائر معدنية . Sheet Piles

استخدم الستائر المعدنية فى سند جوانب الحفر للمواقع الصناعية والمشروعات الكبرى بحيث لايؤثر دق هذه الستائر على المنشآت المجاورة شكل رقم (6-15) .

6 - 8 - 2 ضبط جودة سند جوانب الحفر .

- فى حالة إستخدام السند بالعناصر الخرسانية المسلحة يجب صب مكعبات لإختبارها بالمعدلات السابق ذكرها فى الباب الخامس وعمل الإختبارات اللازمة على المواد .
- يتم الحفر تدريجياً مع قياس التشكل العرضى للحوائط الساندة عند قمتها أثناء الحفر .
- أثناء التنفيذ يتم قياس التشكل العرضى للحوائط الساندة عند قمتها للتأكد من أمان الموقع .
- يجب متابعة حدوث تسرب للتربة التى أسفل أساسات المنشآت المجاوره ويفضل إستخدام خوازيق بالزوايث لغلق أية مسافات بين الخوازيق ويمكن بناء حائط من الأحجار أو الطوب المصمت فى الفراغات بين الخوازيق .



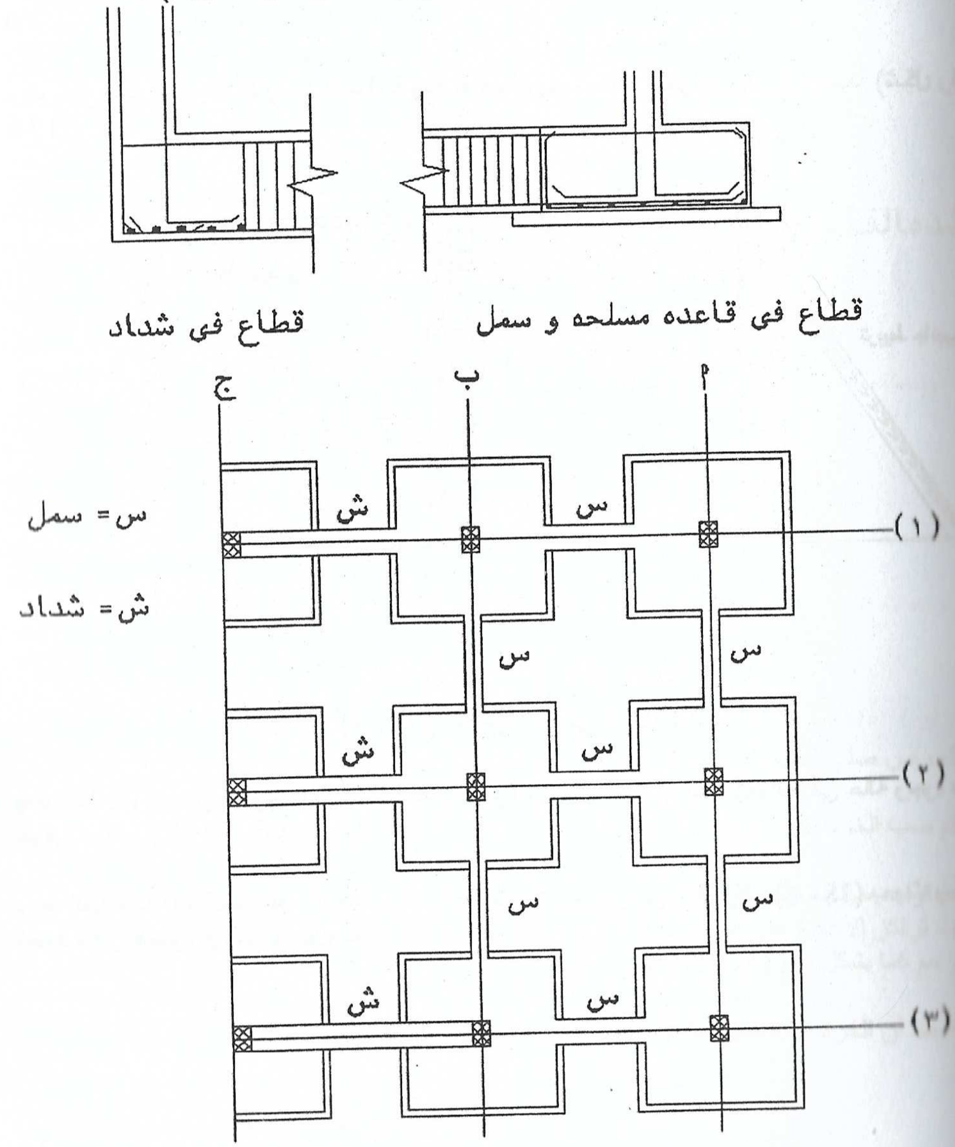
شكل رقم (6 - 15) استخدام الستائر المعدنية .

6 - 8 الأساسات السطحية . *Shalow Footing*

6 - 8 - 1 الأساسات المنفصلة . *Isolated Footing*

(أ) قواعد مسلحة منفصلة ترتكز على فرشة من الخرسانة العادية .

يتم تنفيذ قاعدة مسلحة أسفل كل عمود وتوضع فرشة من الخرسانة العادية بسمك يتراوح بين 10 ، 15 سم ويتم ربط القواعد فى مستواها بسملات لحمل الحوائط ولتقليل الهبوط الغير متساوى ولنقل قوى الزلازل (شكل رقم 6 - 16) وفرشة الخرسانة العادية ليس لها وظيفة إنشائية وتستخدم كطبقة نظافة لوضع تسليح الأساسات عليها، وفى حالة وجود جار تتعرض الأساسات المجاوره للجار لعزوم لذلك يستخدم شداد (ش) لنقل الحمل للقاعده فى مركزها وتستخدم تلك الأساسات فى التربة الطينية متوسطة التماسك والمتماسكة لبناء عدد محدود من الطوابق يتوقف على خواص التربة وتستخدم كذلك فى التربة الرملية والزلطية للوصول لعدد أكبر من الطوابق (يتوقف على مقاومة التربة) .



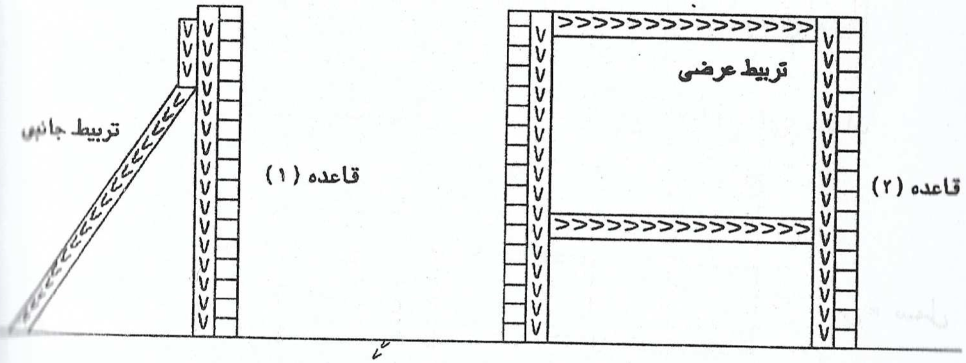
شكل رقم (6 - 16) القواعد المسلحة المنفصلة .

عن طريق الأترسية يتم توقيع المحاور علية ، ويتم تحديد أبعاد الخرسانة العادية فى الموقع بناء على الأبعاد والمقاييس الموجوده فى اللوح ويتم صب الفرشة فى أماكنها ويمكن صبها بكامل مساحة الموقع

لاتحتاج الخرسانه العادية لشده .

- يتم تحديد القواعد المسلحة فى الموقع فوق الخرسانة العادية عن طريق المحاور الموقعة على الأترسيه .

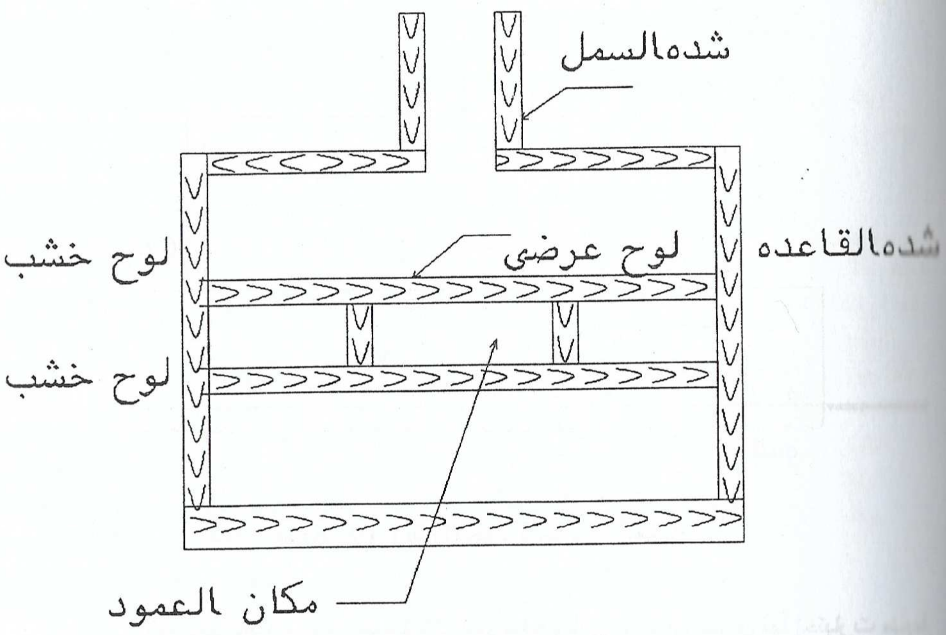
- يتم تنفيذ نجاره لتحديد القواعد المسلحة وبإرتفاعها ويجب تثبيت جوانب الشدات جيداً (شكل رقم 17-6) .



شكل رقم (6 - 17) قطاع رأسى فى شدات القاعدة .

يمكن بناء حوائط من الطوب لتمثل شدات للقواعد والسملات وتستخدم تلك الحوائط فى حالة وجود ماء جوفى مرتفع أو إذا قرر المهندس ذلك .

- بعد تنفيذ شدة الأساسات يقوم المهندس بتحطيط الأعمدة كما هو فى شكل رقم (6 - 18) بحيث يمكن تحديد مكان العمود فى مركز ثقل القاعدة .



شكل رقم (6 - 18) تحطيط العمود .

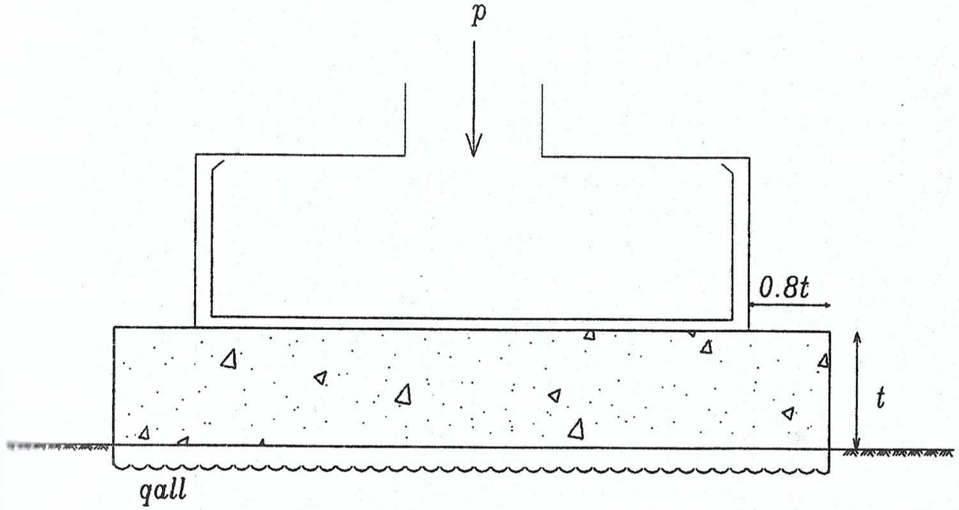
- يتم رص صلب تسليح القواعد المسلحة ووضع أشاير الأعمدة فى مكان العمود الذى تم تحديدة سابقاً .

- يتم صب الخرسانة .

(ب) قواعد مسلحة منفصلة ترتكز على قواعد من الخرسانة العادية :
حيث ترتكز الأعمدة على قواعد مسلحة التى ترتكز على قواعد من الخرسانة العادية بسمك أكبر من 20 سم كما بشكل رقم (6 - 19) .

ويلاحظ أن الخرسانة العادية لها دور إنشائى فى نقل الحمل للتربة .

$$qall = \frac{P}{area \quad of \quad plain \quad concrete}$$



شكل رقم (6 - 19) نقل الإجهاد بالخرسانة العادية .

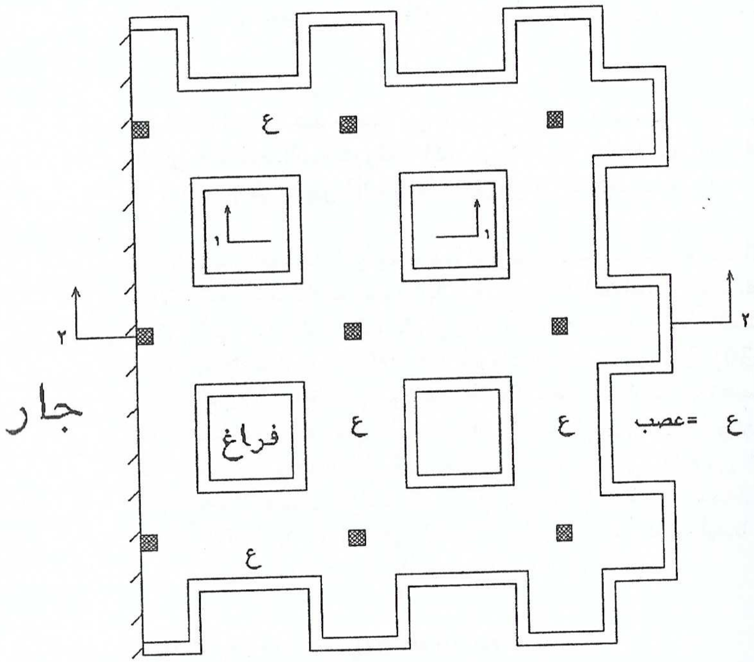
ولذلك يجب على المصمم تحديد مقاومة ضغط تلك الخرسانة والتى يجب أن يجرى لها إختبارات ضبط جودة .

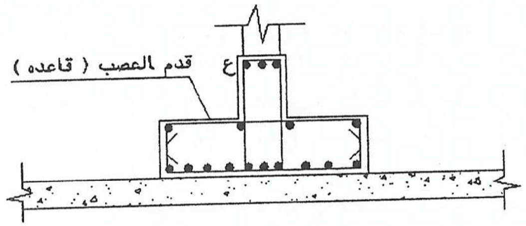
- خطوات تنفيذ تلك الأساسات مثل سابقتها ولكن يجب عمل شدات لصب الخرسانة العادية .

6 - 8 - 2 أساسات شريطية : *Strip Footing*

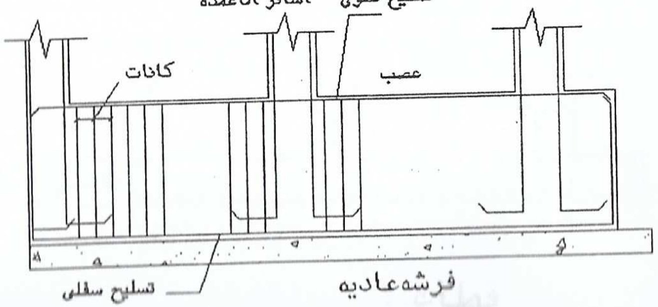
هذا الإسلوب عبارة عن وضع شريحة خرسانية مسلحة تحت الأعمدة فى الإتجاهين وكل شريحة تتكون من عصب (كمرة مقلوبة) مسلح يرتكز على قدم خرسانية مسلحة مستمرة ويستخدم هذا الإسلوب فى التربة الضعيفة وتستخدم لحمل عدد محدود من الطوابق ويتميز بتقليل الهبوط الغير منتظم وهذه الطريقة تحتاج لشدة لجوانب القدم (القاعدة) وكذلك لجوانب العصب (شكل رقم 6-20) .

- يتم تحطيط الأعمدة ورص صلب الأساسات وأشاير الأعمدة والصب .





قطاع (١ - ١)



قطاع (٢ - ٢) فى العصب

شكل رقم (6 - 20) الأساسات الشريطية .

6-8-3 لبشة مسلحة ذات أعصاب : *Ribbed Reinforced Concrete Raft*

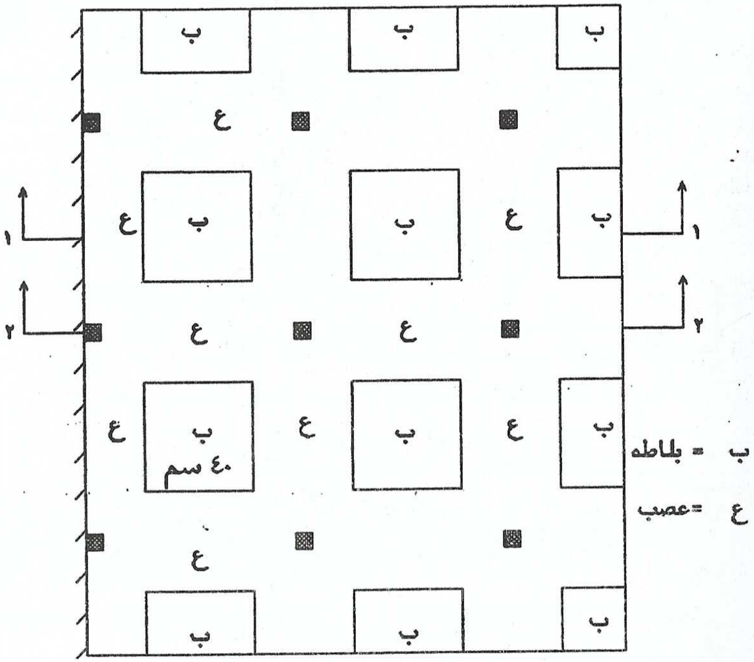
يستخدم هذا النوع من الأساسات لتحمل عدد محدود من الطوابق فى تربة ضعيفة مثل الطين اللين ولعدد متوسط فى حالة الطين المتوسط التماسك ولعدد أكبر من الطوابق مثل الطين المتماسك أو شديد التماسك أو التربة الرملية ويتميز بتقليل الهبوط الغير متساوى فى التربة الضعيفة .

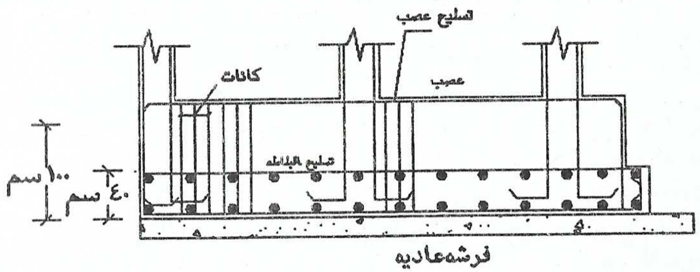
ويجب عمل جوانب شدات للبلاطة المسلحة التى يتم صبها أولاً ثم توضع شدات جوانب الأعصاب وفى حالة صب خرسانة الأعصاب بعد شك خرسانة البلاطة يجب أخذ إحتياطات صب خرسانة جديدة على خرسانة قديمة والمذكورة فى كتاب أساسيات تكنولوجيا الخرسانة للمؤلف وهذه اللبشة عبارة عن سقف مقلوبة سمك بلاطتة (اللبشة) تتراوح بين 25 ، 50 سم وكمراتة عرضها كبير (30-60سم) وعمقها يتوقف على التصميم (من 50 - 150سم) وتسمى الكمرات فى هذه الحالة بالأعصاب وبذلك ينتقل الحمل من الأعمدة للأعصاب ثم ينتقل من الأعصاب الى اللبشة ثم الى التربة . ويجب عمل فرشة من الخرسانة العادية أسفل الخرسانة المسلحة وبعض المهندسين يضعوا لبشة من الخرسانة العادية أسفل الخرسانة المسلحة ولا يفضل المؤلف ذلك . ويفضل تسليح اللبشة المسلحة بشبكتين سفليتين من التسليح واحده فى الإتجاه X وواحده فى الإتجاهY ويتم تسليحها علوياً أيضاً بشبكتى تسليح واحدة فى الإتجاه X وواحده فى الإتجاه Y .(أنظر شكل رقم 6 - 21) .

6-8-4 اللبشة منتظمة السمك : *Uniform Raft* .

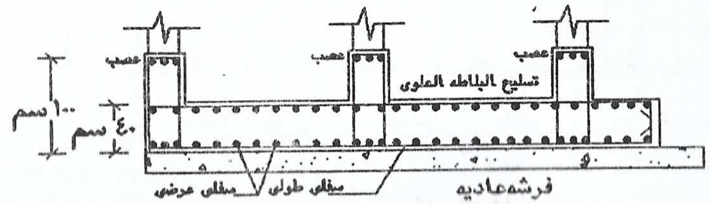
وهى عبارة عن صب بلاطة لاكمرية مسلحة (لايوجد بها أعصاب) سمكها يتوقف على عدد الطوابق (للمنشآت العادية تتراوح بين 50 ، 150 سم طبقاً لعدد الطوابق) ترتكز على فرشة من الخرسانة العادية ويتم تسليح اللبشة المسلحة بشبكتين سفليتين من التسليح واحده فى الإتجاه X وواحده فى الإتجاهY ويتم تسليحها علوياً أيضاً بشبكتى تسليح واحدة فى الإتجاه X وواحده فى الإتجاهY .

وهذه اللبشة يفضلها بعض المهندسين لسهولة صبها وعدم وجود شدات ولصبها مرة واحدة (شكل رقم 6 - 22) .



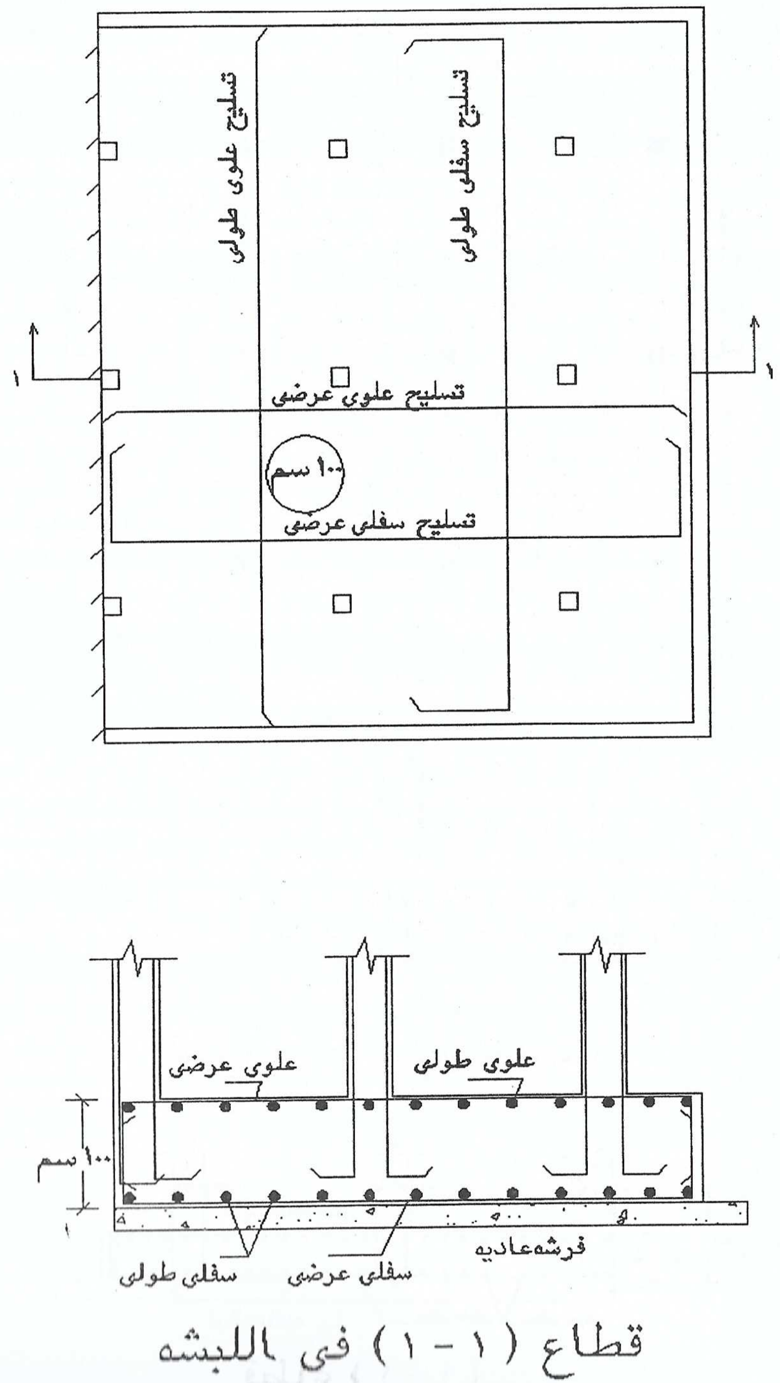


قطاع (٢-٢) فى العصب



قطاع (١-١)

شكل رقم (6 - 21) اللبشة ذات الأعصاب .



شكل رقم (6 - 22) اللبشة المسلحة المنتظمة السمك .

6 - 8 - 5 ضبط جودة الأساسات السطحية :

فى حالة قواعد الخرسانة المسلحة يتم عمل قياس لأبعاد القواعد وإرتفاعها قبل وبعد الصب لإعطاء المهندس إحساس بالجدية ويجب وضع تلك القياسات فى ملفات تحفظ فى مستندات المبنى كما هو موضح بجدولى رقم (6 - 2) ، (6 - 3) ويجب أن يكون متوسط العرض والطول والإرتفاع محقق للعرض والطول والإرتفاع التصميمى على الأقل وبعض المقاييس قد يسمح فيها بنقص 10 مم على أن يعوضها باقى المقاييس وهذا بالنسبة لقياس أبعاد الشدات قبل التنفيذ أما بعد الصب فإن التفاوتات المسموح بها ستذكر فى نهاية الباب .

جدول رقم (6-2) قياس أبعاد القواعد الخرسانية العادية .

القاعدة	ق1				ق2				ق3			
	م1	م2	م3	م4	م1	م2	م3	م4	م1	م2	م3	م4
عرض												
طول												
ارتفاع												

م = مقياس فيكون م1 = المقياس الأول وهكذا .

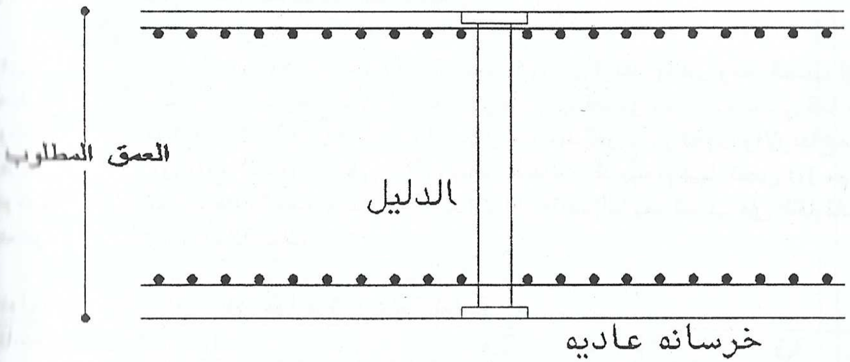
جدول رقم (6 - 3) قياس أبعاد قواعد الخرسانة المسلحة .

القاعدة	ق1				ق2				ق3			
	م1	م2	م3	م4	م1	م2	م3	م4	م1	م2	م3	م4
عرض												
طول												
ارتفاع												

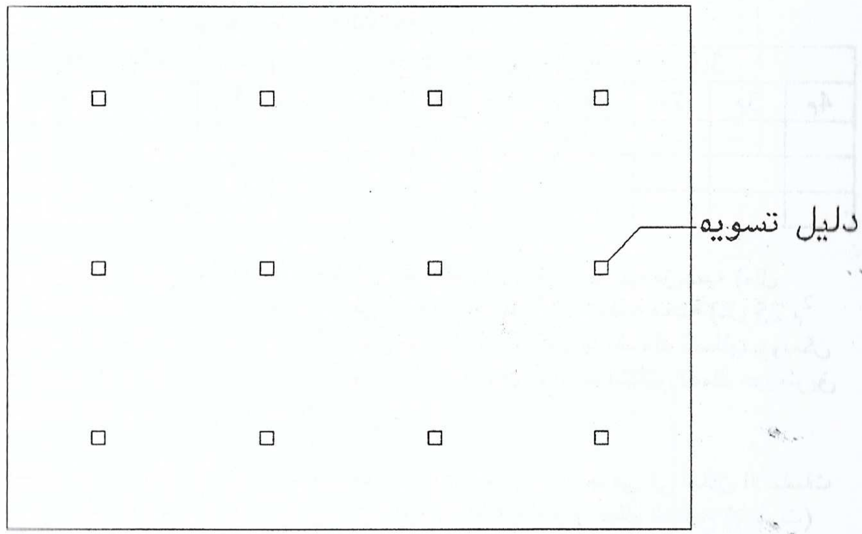
فى حالة وجود لبشة من الخرسانة العادية فيفضل أن يقوم المهندس بصب قوالب مرجعيه (مثل الطوبه) بسمك اللبشة العادية ويقوم بوضع قالب على منسوب التأسيس كل مساحة معينة (كل 25 $م^2$ مثلاً) فعندما يصب الخرسانة تساعده هذه القوالب على صب اللبشة وتسويتها بالسمك المطلوب ويمكن لمهندس ضبط الجودة قياس السمك بمجس صلب لوكان السمك صغير ويجب استلام السمك عن طريق ميزان قامه لو كانت الخرسانة العادية عاملة .

فى الأساسات المسلحة يجب أن يتأكد مفتش ضبط الجودة من عدم وجود ماء جوفى فى أماكن الأساسات ويتأكد من وجود غطاء كاف لصلب التسليح ووجود قطع بلاستيكية خلف أو أسفل التسليح (بسكوت) ويقوم بمراجعة كميات التسليح ووصلات التسليح ومطابقتها للوح وكذلك رأسية أشاير الأعمدة ووجود الكانات فى أماكنها وفى حالة وجود لبشة مسلحة يجب وضع عدد كاف من الكراسى لحمل وتثبيت صلب التسليح العلوى وإلا سيسقط فى داخل البلاطة المسلحة .

لضمان صب اللبشة المسلحة ذات السمك الكبير وتسويتها بنفس السمك يجب على المهندس توزيع دلائل من الصلب أو أى ماده أخرى تثبت جيداً فى عدة أماكن فى تسليح اللبشة لكى يتم تسوية اللبشة بالقده عليها وتفيد الدلائل كذلك للحكم على حدوث زحزحة رأسية لصلب التسليح العلوى (شكل رقم 6-23) ويجب قياس سمك اللبشة بواسطة ميزان القامه .



تفصيلة لأحد الدلائل



مسقط أفقى لتوزيع الدلائل

شكل رقم (6 - 23) استخدام الدلائل لضمان إنتظام للبشة .

- يجب التأكد قبل صب الخرسانة المسلحة للأساسات من وجود أشاير الأعمدة فى أماكنها والتأكد من وجودها فى مركز القاعدة المنفصلة .

- يجب إجراء ضبط جودة المواد والخرسانة المستخدمة فى صب القواعد العادية العاملة والأساسات المسلحة كما هو مذكور بالباب الخامس والسادس .

6 - 8 - 6 ضبط جودة تربة الإحلال :

Quality Control of Soil Replacement

- فى حالة وجود تربة ضعيفة أو تربة قابلة للإنتفاش أو تربة إنهياره قد يلجأ المهندس لإزالة جزء من التربة تحت منسوب التأسيس ونقلها من الموقع ووضع تربة جيده بدلاً منها قد تكون من الرمال الخشنة أو من خليط من الرمل والزلط أو خليط من كسر الأحجار والرمل أو من الزلط أو كسر الأحجار وحده ويقوم مهندس ميكانيكا التربة بتحديد سمك هذه الطبقة وإذا وضع المهندس هذه التربة مفككة فسوف يحدث هبوط بالمبنى ولذلك يجب علية فردها على طبقات بسمك صغير يحدده مهندس ميكانيكا التربة وتكون فى حدود 30 سم أو أقل ثم يقوم بدمكها جيداً بهراسات أو هراسات هزازه أو غيرها ويجب أن يقوم مهندس ضبط الجوده بما يلى :

(1) عمل تحليل منخلى لعينات من طبقة الإحلال قبل التنفيذ وبعد التوريد للموقع ويقوم بتحديد النسبة المئوية للمواد المارة من منخل رقم 200 بالغسيل (الطين والطمى) ويجب أن تكون التربة متدرجة وخالية من الطين والطمى (لاتزيد نسبة الطين والطمى عن 4 %) وفى حالة ما تكون المواد الناعمة ناتجة من كسر الأحجار التى يكون لها معامل لدونة يساوى صفر وتكون غير قابلة للإنتفاش فيسمح بزيادة هذه النسبة لـ 10 % .

(2) عمل تحليل كيميائى لتربة الإحلال والتأكد من خلوها من أملاح الكلوريدات والكبريتات .

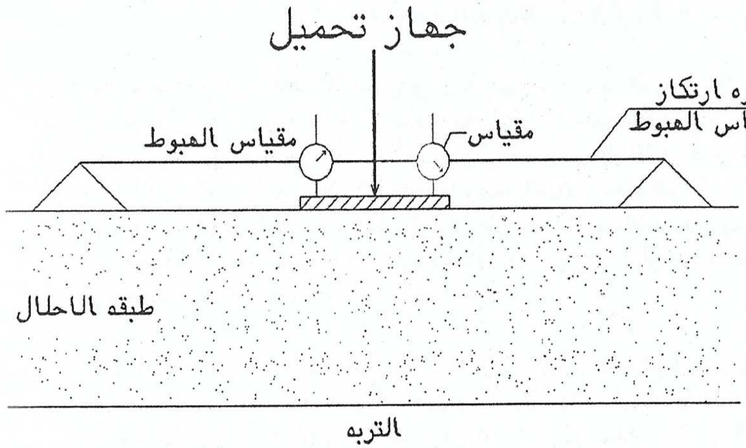
(3) تحديد الكثافة القصوى لتربة الإحلال بإختبار Modified Proctor وتحديد محتوى الماء المناظر والفكره هى وضع تربة الإحلال فى قالب قياسى على ثلاثة طبقات وكل طبقة تدمك بواسطة سقوط وزن قياسى لعدد قياسى من المرات وتحسب الكثافة الجافة لعدة محتويات من الماء ثم نحدد منها الكثافة القصوى الجافة ومحتوى الماء المناظر .

(4) بعد إجراء الدمك فى الموقع يتم إجراء إختبار Sand Cone بمعدل إختبار واحد لكل 300م^2 على الأكثر لكل طبقة ويقوم هذا الإختبار بتحديد كثافة طبقة الإحلال المنفذه فى الموقع ونحسب النسبة المئوية للدمك لكل نقطة كما يلى :

النسبة المئوية للدمك = (الكثافة فى الموقع ÷ الكثافة القصوى الجافة) × 100

ويتم مقارنة نسبة الدمك لكل نقطة بمواصفات المشروع والتى غالباً يجب أن تكون أكبر من أو يساوى 95 % ولايتم فرد الطبقة الثانية إلا بعد الحكم على جودة الطبقة الأولى ويمكن الرجوع لكود الأساسات للتعرف على كيفية إجراء إختبار البروكتور أو Sand Cone وتستخدم هذه الطريقة للرمال أو خليطين من كسر الأحجار والرمل (ركام كبير وركام صغير) .

(5) فى الأعمال الهامة أو ذات الطبيعة الخاصة يجب إجراء إختبار لوح التحميل Plate Load Test بمعدل إختبار واحد لكل مساحة تتراوح بين 300 ، 500 م2 ويمكن تلخيص هذه الطريقة كما يلى (شكل 6-24)



شكل رقم (6-24) تجربة لوح التحميل .

ويرجع للمواصفات القياسية والكود للتعرف على خطوات الإختبار والتى نذكر أساسيتها فى ما يلى :

- يستخدم لوح صلب جسئ قطره يتوقف على نوع المواصفة ويفضل استخدام قطر يتراوح بين 30 ، 50 سم ويرى المؤلف أن استخدام قطر 50 سم مفضل ليغطى أكبر جزء من سمك الإحلال .

- حمل التجربة يكون أكبر من أو يساوى 3 حمل اللوح الحرج .

- فى حالة وجود طبقة طينية يجب وضع طبقة رملية بسمك 6 مليمتر .

- يتم نقل الحمل من خلية التحميل (الذى يؤخذ رد فعلها بأوزان إستاتيكية موضوعه بحيث تكون بعيدة عن التأثير على اللوح) الى اللوح عن طريق خمسة دفعات تحميل على الأقل وتظل كل تحميلة حتى يكون الهبوط المسجل لايزيد عن 0.30 مم فى خمسة عشرة دقيقة .

- يسجل الهبوط المناظر لكل تحميلة بواسطة إثنين مقياس تشكل ميكانيكى (Dial gauge) مثبتان فى كمرتين (150مم) معدنيتين ومحورهما يرتكز على اللوح والكمره الواحده بحرها 4 متر على الأقل .
- بعد الوصول للحمل النهائى يسجل الهبوط ونسجل الهبوط بعد زوال الحمل .

- ترسم علاقة بين إجهاد التحميل والهبوط المناظر وكذلك علاقة بين لوغاريتم الإجهاد والهبوط المناظر ويتم حساب الإجهاد المسموح بة للتربة . للوح (qall plate) .

- الإجهاد المسموح بة للتربة (qf)

$$qf = qall \quad plate \left(\frac{width \quad of \quad foundation}{width \quad of \quad plate} \right)$$

ويرجع للكود لكيفية تحديد qall plate .

- يجب عرض نتيجة الإختبار على إستشارى التربة ليحكم عليها آخذاً فى إعتباره تتابع طبقات التربة الواردة فى تقرير التربة .

(6) إختبارات أخرى :
توجد إختبارات أخرى عديدة منها إختبار البالون الذى يستخدم فى حالة إستخدام ركام كبير فقط فى الإحلال .

6 - 9 الأساسات العميقة :

فى حالة عدم وجود تربة جيدة فى الطبقات السطحية التى يمكن الوصول اليها بالحفر الآمن يلجأ المهندس لإستخدام الأساسات العميقة والتى تشمل الآبار الإسكندرانى والبغلات والخوازيق

6 - 9 - 1 الآبار الإسكندرانى :

وتستخدم هذه الطريقة فى الأسكندرية حيث تكون الطبقات السطحية عبارة عن ردم وتوجد الطبقات الجيده والماء الجوفى على عمق متوسط (3 - 5 متر) حيث يوضع بئر من الخرسانة العادية أسفل كل عمود يعلوه قاعده خرسانية مسلحة مساحتها صغيره ويربطها سملات ويلاحظ أن مقاومة ضغط الخرسانة العادية صغيره لأنها تعمل لنقل القوة ولا تتعرض لأية عزوم وسنتناول فى ما يلى الأساسات الخازوقية .

6 - 9 - 2 الخوازيق :

ونظراً لأهمية هذه الأساسات سنتناولها بالتفصيل فى البند التالى .

6 - 10 الأساسات الخازوقية :

توجد عدة أنواع من الخوازيق يتراوح قطرها من 30 سم الى 200 سم ومنها الخوازيق المعدنية والخشبية والخرسانيه ويمكن الرجوع لكود الأساسات والمراجع المتخصصة فى هذا المجال للتعرف عليها ويلاحظ أن أكثرها إنتشاراً فى المنطقة العربية هى الخوازيق الخرسانية التى تنفذ بالتثقيب أو الخوازيق الخرسانية سابقة الصب التى يتم نقلها من منصة الصب وحتى الموقع حيث يتم دقها للوصول للعمق المطلوب والخوازيق التى تنفذ بالدق عن طريق دق ماسورة من الحديد وبعد الوصول للعمق المطلوب يتم إنزال صلب التسليح وصب الخرسانة مع سحب الماسورة المعدنية وسوف نتناول بإختصار بعض الخوازيق شائعة الإستعمال .

6 - 10 - 1 الخوازيق الخرسانية المنفذه بالحفر :

تستخدم هذه الطريقة لتنفيذ خوازيق تصل لأقطار كبيرة (حوالى 2.00 متر) ويتم ذلك عن طريق حفر التربة الداخلية وإخراجها إما ببريمة غير مستمرة أو بواسطة كياش ويتم سند جوانب الحفر إما بإنزال ماسورة بلفها بحركة دائرية ترددية ، أو بضخ بنتونيت (خلطة البنتونيت تقريباً تتكون من 0,8 م3 رمل + 200 كجم أسمنت + 100 كجم بنتونيت + محتوى ماء مناسب) يعمل على تثبيت جوانب الحفر بضغطه الجانبى وبعد الوصول للعمق المطلوب يتم صب الخرسانة بطريقة الترميو (راجع كتاب أساسيات تكنولوجيا الخرسانة للمؤلف) بحيث لايدخل الماء الجوفى أو البنتونيت فى الخرسانة .

6 - 10 - 2 الخوزيق الخرسانيه المنفذه بالبريمه المستمره
Continuous Flight Auger

- وهى خوازيق سهلة التنفيذ إنتشر إستخدامها بأقطار تصل الى 1.00 متر ويعيبها أن طولها محدود (حوالى 30 متر) .

- يتم الحفر بإستعمال بريمة مستمرة قطرها الخارجي يساوى قطر الخازوق بحيث نضمن عدم وجود أية أتربة داخل الخازوق (نفس فكرة بريمة ثقب الخشب) وتوجد ماسوره داخلية داخل البريمة قطرها 15 سم فى حالة ضخ الخرسانة و 7.5 سم فى حالة ضخ المونة .
بعد الوصول للعمق يتم ضخ الخرسانة ثم يتم وضع شبكة التسليح فى الخرسانة .

6 - 10 - 3 خوازيق تنفذ بالدق وصب الخرسانة فى الموقع :

تستخدم هذه الخوازيق فى المشروعات الصناعية وفى المناطق الغير مأهولة بالسكان وتستخدم ماسورة مسدوده بكعب حديدى ويفضل أن يكون كعب مخروطى ويتم دق الماسورة حتى تصل للعمق المحدد وبحيث يحقق المناعة المذكورة فى تقرير التربة ويتم وضع صلب التسليح . ويتم صب الخرسانة داخل الماسورة بإستخدام ماسورة الترميو ويتم سحب ماسورة الدق الى أعلى مع صب الخرسانة ويمكن استخدام ماسورة دائمة تترك بعض الصب وخاصة فى التربة القاسية المهاجمة للخوازيق .

6 - 10 - 4 إسلوب تنفيذ الخوازيق وضبط جودتها :

- عن طريق الأترسية ومحاور المبنى الموقعة علية يتم توقيع أماكن الخوازيق فى الموقع عن طريق بعد كل خازوق من محورين ويمكن توقيع هذه الخوازيق بواسطة Total Station على أن يتم التأكد يدوياً من بعض الخوازيق ويبدأ الخازوق من قمة الهامات الموضحة فى الرسومات أو من سطح الحفر ليمتد للعمق المطلوب .

- يتم وضع سيخ مكان محور كل خازوق ويوضع أعلاه تحت السطح مباشرة علامة (قطعه من لوح أو طبق بلاستيك) وذلك حتى يسهل توقيف ماكينة الدق أو الحفر مكان كل خازوق .

- يتم التأكد من رأسية برج دق الخوازيق أو رأسية البريمة مرتين على الأقل بواسطة مهندس ضبط الجوده أثناء تنفيذ الخازوق .

- لايزيد ميل الخازوق عن 2 % (جدول رقم 6 - 3) .

- يقوم المهندس بحساب معدل ضخ الخرسانة وتحديد حجم الخرسانة لكل خازوق وحساب معامل الصب (حجم الخرسانة المستخدم فى صب الخازوق الى الحجم النظرى) كما هو مبين فى جدول رقم (3-6) .

جدول رقم (6-3) معامل الصب للخوازيق المنفذة .

رقم الخازوق		1	2		100		200
حجم الخازوق النظرى م^2		3.9	3.9		3.9		3.9
حجم الخرسانة المستخدمة م^3		4.68	4.76		4.68		3.00
معامل الصب		1.2	1.22		1.2		0.78
ميل الخازوق %	1	0.5	0.3		2.5		0.4
	2	0.7	0.35		2.7		0.43
	3	0.75	0.35		2.7		0.43
ملاحظات		مقبول	مقبول		مرفوض		مرفوض

ويجب أن يقارن المهندس معامل الصب بالقيمة المذكورة فى تقرير التربة ويتم تسجيل أية خازوق مرفوض وتنفيذ خازوق بدلاً منه .

فى حالة الخوازيق المنفذه بالحفر مع إستخدام البنتونيت يجب على مهندس ضبط الجوده إجراء الإختبارات على البنتونيت المستخدم خلال عمر التنفيذ والذى يجب أن يحقق الإشتراطات التالية :

* يجب أن تزيد لزوجة البنتونيت عن 35 ثانية / اللتر (بإستعمال قمع مارشال) .
* لاتقل الكثافة عن 1.02 طن/م^3 ولا تزيد عن 1.06 .
* عند عمل عجينة من البنتونيت يجب ألا تزيد سمك طبقة البنتونيت التى يتم تعرضها لضغط 2 كجم/سم^2 لمدة 30 دقيقة عن 3 مم .

ويجب رفض أى خازوق يحدث بة فوران بدخول الماء الى داخل الخرسانة .

بعد تمام تنفيذ الخوازيق يقوم المهندس برفع أماكن الخوازيق المنفذه فى الطبيعة بواسطة محطة رصد (Total Station) أو يدوياً من المحاور المبينة بأحبال منسوبة للأترسية ويجب ألا يزيد الترحيل المسموح بة للخازوق عن مكانة التصميمى عن 5 سم أو عشر القطر أيهما أكبر على أن يقوم المهندس المصمم بحساب ترحيل مركز الخوازيق فى القاعدة الواحدة (الهامة) عن مركز العمود وأخذه فى الإعتبار فى حساب قوى الخوازيق وتصميم السملات وفى تلك الحالة لا يتعرض المقاول لأية خصومات .

فى حالة زيادة التراحيل عن ما سبق يتم دراسة الموقف بواسطة الإستشارى وأية حلول يتحملها المقاول .

يقوم المهندس بتكسير رؤوس الخوازيق بالطول الذى يحدده المهندس الإستشارى ويتم التكسير بمطارق صغيرة ويجب تعويض أية صلب يحدث به كسر .

يتم صب الخرسانة كما جاء بكتاب أساسيات تكنولوجيا الخرسانة ويتم عمل ضبط جودة المواد وخرسانة الخوازيق كما جاء بالباب الخامس والسادس .

6 - 10 - 5 ضبط جودة الخوازيق بعد تنفيذها :

6 - 10 - 5 - 1 عام :

بعد تنفيذ الخوازيق يجب إجراء إختبار تحميل خوازيق (تحمل إستاتيكى) لتحديد مناسبتها للحمل التصميمى الموجود فى تقرير التربة . ويمكن عمل إختبارات أخرى لضبط الجودة .

6 - 10 - 5 - 2 تجربة تحميل الخوازيق :

يمكن الرجوع لتفاصيل الإختبارات فى الكود المصرى لميكانيكا التربة وتصميم وتنفيذ الأساسات أو ASTM وسنتناول فى ما يلى أساسيات التجربة :

أ - معدل التجربة :

يجب إجراء الإختبار بمعدل تجربة لكل 200 خازوق وبحيث لايقل عدد التجارب فى الموقع الواحد عن تجربة واحدة . فى حالة الخوازيق الإستراوس يجرى الإختبار بمعدل تجربة لكل 100 خازوق وبحيث لايقل عن تجربتين فى الموقع الواحد .

ب - أساسيات التجربة فى الكود المصرى :

- يتم إختيار خوازيق التجربة بواسطة الإستشارى .

- يحفر حول خازوق التجربة بحيث يظهر منة حوالى 0.50 إلى 1.00 متر ويتم تكسير هذا الجزء ويتم صب هامة من خرسانة مقاومتها المبكرة عالية ويجب أن يكون سطح الهامة العلوى أملس ومستوى أفقياً تماماً .

- يتم تجهيز طريقة تحميل الخوازيق إما بوضع أحمال استاتيكية أكبر من حمل التجربة بحمل كاف وهذه الأحمال ترتكز على كمرات معدنية والتى ترتكز على كمرة معدنية رئيسية متعامده معها فى الإتجاه الأفقى لتنتقل الأحمال للخازوق بواسطة رافعه هيدروليكية معايره سعتها أكبر من حمل التجربة بـ 25 % على الأقل ، ويمكن التأثير بالحمل بواسطة رافعة هيدروليكية لتنقل الحمل لكمرة معدنية مثبتة بخوازيق منفذه لأخذ رد الفعل .

- يتم تركيب كمرتين مجرى إرتفاعهما 150 مم حول الهامة ترتكز على ركيزتين على الأرض . المسافة بينهما 4 متر على الأقل وتبعد كل واحدة منها عن مركز الهامة بـ 2.00 متر على الأقل ويتم تركيب 4 عدادات Dial gauges دقتها 0.01 مم على الأقل فى الكمرات بحيث يكون طرف محورها المتحرك يرتكز على هامة خازوق التجربة لتسجل هبوط رأس الخازوق بالنسبة للكمرتين الثابتتين .

- بناء على الكود المصرى يتم نقل الحمل على مراحل الى الخازوق ويتم قراءة عدادات الهبوط وكل تحميلة تظل ثابتة (يجب المحافظة على ثبات الحمل عن طريق الرافعة) طبقاً لجدول رقم(6-4)

- حمل التجربة = 1.5 حمل الخازوق المسموح به (التصميمى) .

- حمل التجربة = 2 حمل الخازوق للمنشآت الهامة .

جدول رقم (6 - 4) مراحل تحميل الخوازيق وزمن تثبيت كل تحميلة .

الحمل كنسبة مئوية من الحمل التصميمى	وقت مكوث الحمل *
25	1 ساعة
50	1 ساعة
75	1 ساعة
100	3 ساعة
125	3 ساعة
150	12 ساعة
125	15 دقيقة
100	15 دقيقة
75	15 دقيقة
50	15 دقيقة
25	15 دقيقة
صفر	4 ساعات

* لايزيد معدل الهبوط عند نهاية فترة التحميل عن 0.005 مم /20 دقيقه وبشرط أن يكون معدل الهبوط خلال مكوث الحمل متناقص أو ثابت لثلاث قراءات متصلة .

ج - طريقة الحكم على نتائج التجربة :

* يتم رسم العلاقة بين هبوط الخازوق (Δ) على محور (س) ونسبة (الهبوط Δ / الحمل Q) على محور (ص) لكل تحميلة (شكل رقم 6-25) . والعلاقة تكون علاقة خطية بإستثناء القيم المناظرة للقراءات الأولى .

* تحدد ميل الخط وليكن α .

* يحسب حمل إنهيار الخازوق من العلاقة .

$$Tan\ \alpha = \frac{1}{1.2\ Q_{ult}}$$

$$Q_{ult} = \frac{1}{1.2\ \tan\alpha}$$

* يجب ألا تقل نسبة $\frac{Q_{ult}}{Q_{all}}$ (نسبة حمل إنهيار الخازوق الى الحمل المسموح بة للخازوق) عن 2 ولاتقل عن 1.5 فى حالة أخذ أحمال الزلازل فى حساب حمل الخازوق .

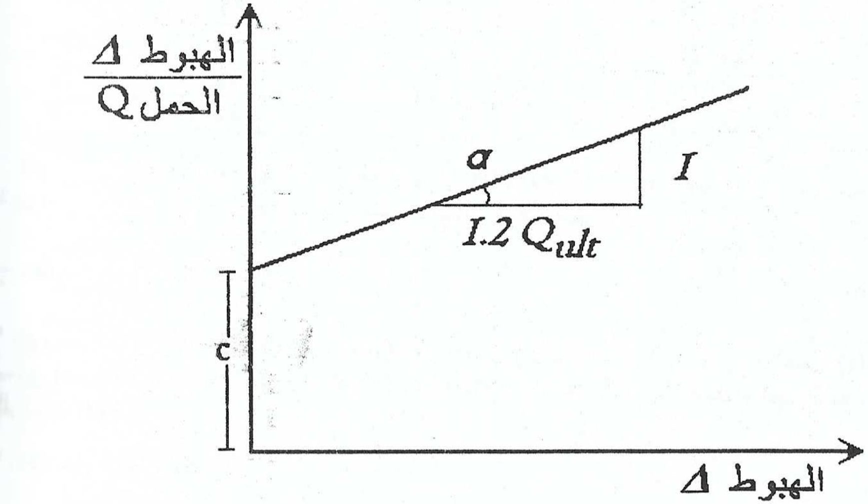
- يجب أن لايزيد هبوط التجربة بعد 12 ساعة من وضع مرة ونصف الحمل التصميمى المسموح به للخازوق (سواء كان حمل التجربة 1.5 أو 2.00 حمل الخازوق التصميمى) عن Δall .
حيث Δall الهبوط المسموح بة ويساوى

$$\Delta all = 0.02\,d + 0.50\,\frac{Qall}{A}\,\frac{L}{E}$$

حيث d قطر الخازوق و Qall حمل الخازوق التصميمى ، L طول الخازوق و A مساحة مقطع الخازوق و E معاير مرونة الخرسانة ويساوى 200 طن/سم^2 (خوازيق خرسانة) .

- يجب أن لايزيد الهبوط عند حمل 1.25 Qall عن 1.5 الهبوط عند حمل Qall .

$$\frac{\Delta at \quad 1.25\ Qall}{\Delta at \quad Qall} \le 1.5$$



شكل رقم (6 - 25) العلاقة بين هبوط الخازوق ونسبة (الهبوط Δ / الحمل Q).

6 - 10 - 5 - 3 تجربة الموجات فوق الصوتية

Ultra Sonic Pulse Velocity .

يتم إجراء هذا الإختبار الغير متلف على حوالى 25 % من الخوازيق المنفذه .

- بعد تكسير رؤوس الخوازيق يحدد الإستشارى أرقام الخوازيق التى سيتم إختبارها .

- تعتمد فكرة الجهاز على صدم رأس الخازوق بمطرقة فيحدث نبضات فوق الصوتية ويقوم جهاز قياس النبضات فوق الصوتية بقياس سرعة تلك النبضات فى جسم الخازوق حتى نهاية الخازوق ثم ترتد الموجة لكى يتم تسجيلها وبمعرفة سرعة الموجات والزمن اللازم لذلك يتم تحديد طول الخازوق ويقوم الجهاز بتسجيل إنتقال الموجة داخل الخازوق وتردد تلك الموجات .

- يقوم المهندس بتنظيف سطح الخازوق وإزالة أية مياة على سطح الخازوق وإزالة أية أجزاء مشرخة ويتم ضبط الجهاز على سرعة خرسانة متوقعة ثم يقوم بصدم الخازوق بالمطرقة وتسجيل هذا الإنتقال داخل الجهاز ثم يتم عمل صدمة أخرى فى مكان آخر غير المكان السابق وتسجيل تلك الصدمة
ثم يتم إعادة العمل السابق بإجراء صدمة ثالثة .

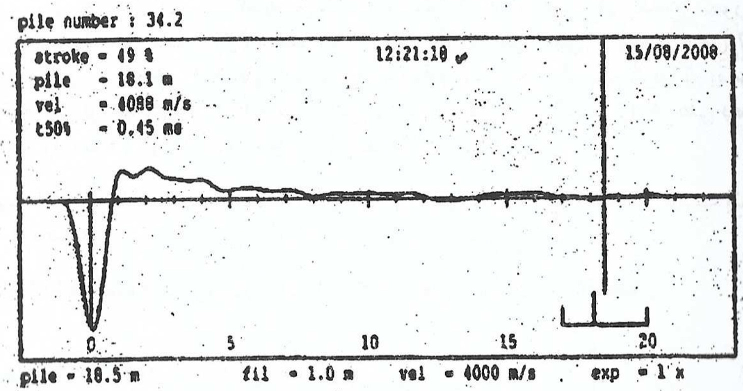
- يقوم المهندس بإختبار باقى الخوازيق بنفس الطريقة السابقة .

- بعد الإنتهاء من العمل يقوم المهندس بطباعة إنتقال الصدمة خلال جسم الخازوق (شكل 6 – 26) لثلاثة صدمات .

- يقوم الجهاز برسم التردد المتوسط للخوازيق المختبرة .

- يقوم المهندس بكتابة أطوال الخوازيق .

- يقوم المهندس بكتابة سرعة الموجة وذلك للحكم على جودة الخرسانة وإنتظامها .



شكل رقم (6 - 26) نتائج إختبار خازوق فى الموجات الفوق الصوتية 0

- يتم الحكم على تكامل الخوازيق وتقسيمها الى أربعة مجموعات :

*المجموعة الأولى : Group (1) Strongly acceptable piles

خوازيق عالية القبول .
وهى خوازيق يتطابق ترددها وموجاتها مع متوسط تردد الخوازيق وإنعكاس الموجة عند القاع تكون عالية.

• المجموعة الثانية :

Group (2) Wisely acceptable piles

خوازيق جيدة القبول .

ونتائج تردد موجات الخازوق تختلف قليلاً عن الموجة المتوسطة .

* المجموعة الثالثة : Group (3) Borely acceptable piles

ونتائج تردد موجات الخوازيق تختلف بشكل ما عن تردد الخوازيق المتوسطة وإنعكاس الموجة عن القاع يكون غير ظاهر .

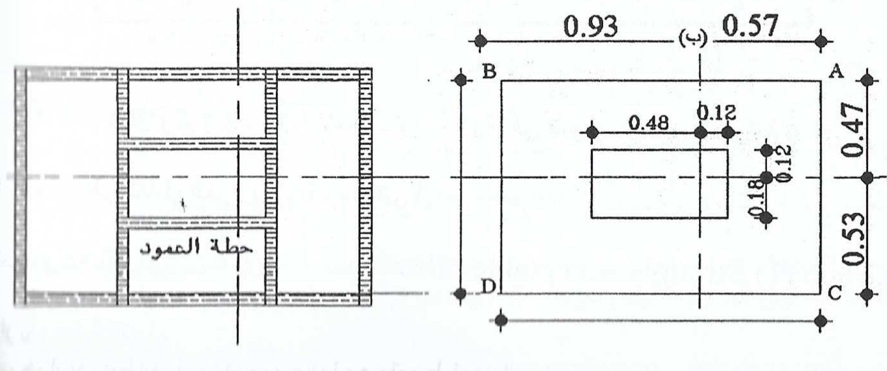
* المجموعة الرابعة : Group Four Rejected piles

وهى خوازيق تختلف تردداتها كثيراً عن التردد المتوسط للخوازيق أو يكون الطول المتوقع أقل كثيراً من طول الخازوق المنفذ لأنه يمكن أن يكون هناك إختناق أو قطع بالخازوق .

6 - 10 - 5 - 4 تنفيذ القواعد وتوقيع قاعدة من الأساسات أو هامة خوازيق

بعد تكسير رؤوس الخوازيق يتم تجهيز الشدات لصب الهامات المسلحة ، ولتوقيع قاعدة أو هامة ما ، مثل ق 1 (شكل 6 - 27) يرجع المهندس للوحات سيجد أن القاعده تقع فى تقاطع محور (1) ومحور (ب) ، يتم شد خيط على محور (1) وخيط على محور (ب) ، من محور (1) يتم قياس 47 سم من عدة مناطق ليتم رسم الخط A B على الخرسانة العادية ويحدد بجير أو بقلم كوبيا ثم يقاس بعد 53 سم من عدة إتجاهات لرسم الخط D C ويكرر الخطوات السابقة لرسم الخط A C على بعد 57 سم من محور ب ب ولرسم B D على بعد 93 سم (أنظر شكل رقم 6 - 27) .

- يتم تركيب الشدة الخشب ثم يوقع حطة العمود بنفس الطريقة المذكورة سابقاً (تنسب إتجاهات العمود لمحورى 1 ، ب) .
- بعد وضع أخشاب حطة العمود يتم التأكد أن مركز العمود هو مركز القاعدة .



شكل رقم (6 - 27) توقيع قاعدة أو هامة خوازيق .

6 - 10 - 5 - 5 صب خرسانة الأساسات :

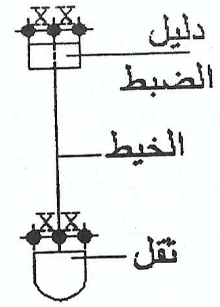
- بعد تركيب صلب تسليح الأساسات والسملات وأشاير الأعمدة يتم صب الخرسانة طبقاً لما جاء بكتاب أساسيات تكنولوجيا الخرسانة للمؤلف .
- يتم الإلتزام بخطوات وإختبارات ضبط الجودة لمواد الأساسات وخرسانتها بالمعدلات المذكورة بالباب الخامس . .

6 - 11 أعمدة وسقف البدروم أو أعمدة وسقف الأرضى :

يتم إزالة الشدات الخشبية للأساسات ويتم وضع قوائم الشدات على خرسانة الأساسات والسملات ويمكن وضع كمرات خشبية أفقية ترتكز على القواعد والسملات وفى حالة زيادة المسافة بين القواعد والسملات وخاصة فى التربة الضعيفة جداً . يمكن صب أرضيات إضافية لتتحمل رد فعل الشدات ولضمان عدم حدوث هبوط ويمكن للمهندس الرجوع لإستشارى التربة فى ذلك .

6 - 11 - 1 يتم تجهيز الشدات الخشبية لأعمدة النواصى ويجب التأكد من رأسية الشدات الخشبية للأعمدة كما يلى :

* التأكد من رأسية شدة العمود بميزان الخيط (أو الزمبة شكل رقم 6 - 28) والذى يتكون من ثقل ودليل الضبط ويلاحظ أن مركز الخيط يبعد عن حرف الدليل مسافة = X وأيضاً يبعد عن طرف الثقل نفس المسافة X ليضمن الرأسية .



(أ) ميزان الخيط



(ب) ضبط رأسية الشدات

شكل رقم (6 - 28) الحكم على رأسية الشدات بميزان الخيط .

* بفضل عدم إستخدام ميزان الخيط فى حالة هبوب الرياح وبالإضافة لإستخدام ميزان الخيط يمكن إستخدام قده من الألومنيوم أو الخشب مستوية تماماً .

* يقوم المهندس بإستخدام الأجهزة المساحية فى تحديد رأسية شدات الأعمدة ويمكن لكل مهندس أن يتبع الطريقة التى يجدها مناسبة ويظهر فيها إبداعة ويمكن أن يستخدم ما يلى :

(أ) الطريقة الأولى :

(1) يتم تجليد أعمدة النواصى من الخارج وضبط رأسيتها بميزان الخيط .

(2) يشد خيط بين النقطتين (3 - 6) اللتين تبعدا مسافة ثابتة عن حدود السقف (70 سم مثلاً) (أنظر شكل رقم 6 - 29) ويوضع التيودليت على نقطة على هذا الخط ويتم التأكد أن النقطتين (3 - 6) يتطابقان على المستوى الرأسى للتيودليت .

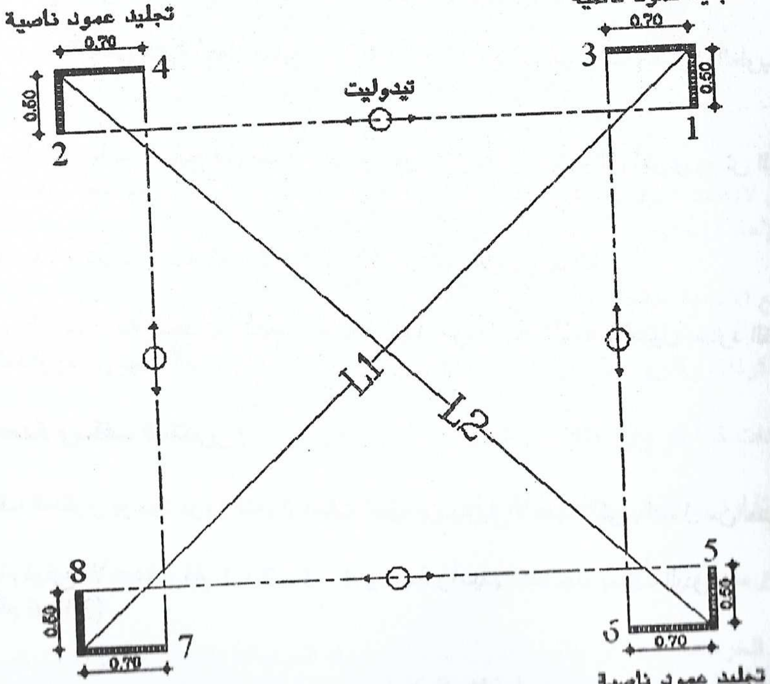
(3) تكرر الخطوة السابقة على الخطوط (1 - 2) ، (5 - 8) ، (4 - 7) .

ويمكن قياس القطر L1 من على عدة مستويات والقطر L2 من على عدة مستويات .

(ب) الطريقة الثانية :

- يوضع خط ثابت على محاور المبنى على الأرض بطريقة لايمكن إزالتها .

- يوضع تيودليت أو أى جهاز آخر على الخط لرصد زوايا الأعمدة وخاصة أعمدة النواصى والتى يجب أن تكون ثابتة خلال الأدوار المختلفة .



شكل (6 - 29) التأكد من رأسية شدات أعمدة النواصى .

6 - 11 - 2 يتم تربيط أعمدة النواصى جيداً وعمل شدات الأعمدة الداخلية بالقياس من أعمدة النواصى وذلك لتحديد الجهات الثابتة للأعمدة الداخلية . ثم يتم عمل شداتها وتربيطها .

6 - 11 - 3 يتم وضع التسليح فى الأعمدة والتأكد من وجود بسكوت (دليل) لحفظ الغطاء الخرسانى والتأكد من تثبيت الكانات جيداً فى التسليح الطولى والتأكد من أقطار وعدد الأسياخ مع التأكيد على وضع كانة أوتوماتيك كل 80 سم على الأكثر وبعدد لايقل عن ثلاثة .

6 - 11 - 4 يحدد للأعمدة أماكن منسوب قاع الكمرات بواسطة أخذ منسوب ثابت (شرب) كما سيرد فى باب الشدات .

6 - 11 - 5 يتم صب الخرسانة وضبط جودة موادها كما هو وارد فى كتاب أساسيات تكنولوجيا الخرسانه والباب الخامس .

6 - 11 - 6 يتم تجهيز وضبط جودة الشده الخشب لسقف هذا الطابق طبقاً لما سيرد فى الباب السابع .

- يتم رص صلب تسليح البلاطات والكمرات ويفضل أن يعطى المهندس كود معين لصلب بلاطة معينة وكود معين لكمرة معينة حتى يسهل عملية تركيب صلب التسليح .

- التأكد من وضع بسكوت لحفظ الغطاء الخرسانى لتسليح البلاطات والكمرات .

- التأكد من وجود كراسى كافية لحمل تسليح البلاطات العلوى وكذلك الكمرات والشوك العلوية للبلاطات .

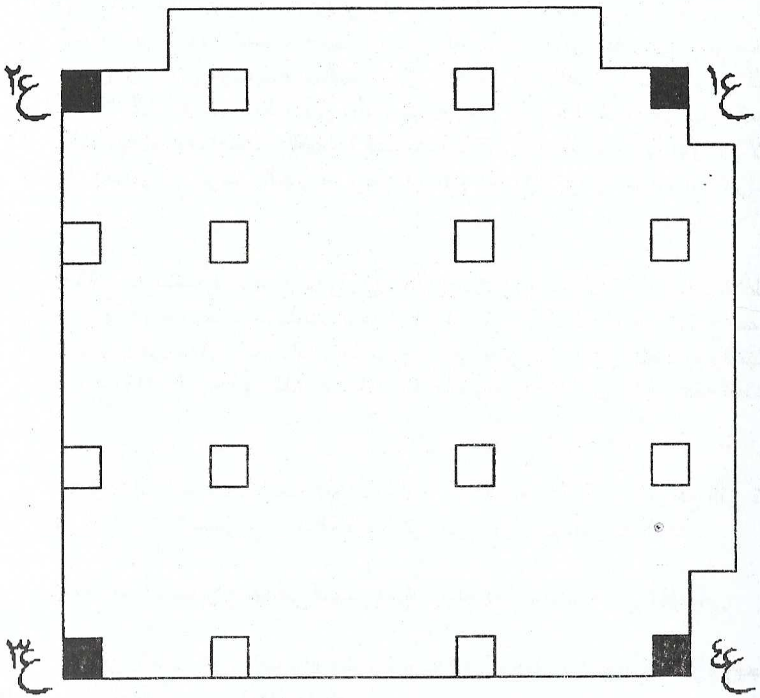
- التأكد من تنظيف صلب التسليح قبل الصب مباشرة من الأتربة أو أى عوائق أخرى ورش الشدة الخشبية بالماء قبل الصب .

- يتم صب السقف وضبط جودتة كما ذكر بالباب الخامس بعد حصر كمياتة .

- يتم التفتيش على خرسانة السقف والأعمدة بعد فك الشدات ومقارنة الأبعاد والميول بحدود التفاوتات المسموحة المذكورة فى نهاية الباب .

6 - 12 أعمدة وسقف المتكرر :

- يتميز السقف المتكرر بوجود بروزات وتراسات تعيق من رؤية الأعمدة التى بالداخل من حدود الملكية .
- كما سبق يتم توقيع الأعمدة أرقام 1 ، 2 ، 3 ، 4 وضبط رأسيتها كما جاء بسقف البدروم (شكل رقم 6 - 30) .



شكل رقم (6 - 30) سقف المتكرر .

- يجب أن لايعتمد المهندس على أشاير الأعمدة التى تظهر من السقف السفلى فى تحديد أماكن الأعمدة الداخلية لإحتمال حدوث زحزحة .

- يتم توقيع الأعمدة الداخلية من أعمدة النواصى وتضبط رأسيتها ويتبع نفس ما جاء بالسقف السابق ولكن يجب الإهتمام بشدات البلكونات والبروزات والتأكد من تربيطها الجيد رأسياً وأفقياً ويجب أن تفك شدات البلكونات والبروزات بعد فك شدات السقف .

- تفك الشدات كما هو وارد بكتاب أساسيات تكنولوجيا الخرسانه .

6-13 التفاوتات المسموح بها فى أعمال الخرسانة .

6 - 13 - 1 مقدمة :

أثناء تنفيذ الخرسانة يجب أن يلتزم المقاول بإستخدام مواد الخرسانة بالكميات الوارده فى تصميم الخلطة وسواء إستعمل الموازين أو إستخدم المكاييل الحجمية فانة سيحدث خطأ فى عملية الوزن أو تقدير الحجوم سواء بالزيادة أو النقصان وأثناء التنفيذ فسنجد أنة من المستحيل على المهندس صب أبعاد الأساسات والبلاطات والكمرات بنفس المقاييس والأحوال والإستقامة وعلى المهندسين التأكد من

ذلك سواء أكان مهندس مقاول أو إستشارى أو مالك لكن لايجب السماح بأن يختلف ماتم تنفيذه عن ماهو موجود باللوح عن الحدود المسموح بها. ويسمى الفرق بين ماهو منفذ عن ماهو مخطط بالتفاوت وهذا التفاوت ممكن أن يكون موجب أو سالب . ومن الطبيعى أن لايقبل الإستشارى أو المالك أن تكون أبعاد الأساسات مثلاً كل تفاوتاتها سالبة لأن ذلك يعنى أن هذه سياسة للمقاول فى تنفيذ كميات أقل . وتحدد الأكواد الوطنية أو المواصفات القياسية قيمة هذه التفاوتات المسموح بها دون أن لايعطى ذلك الحق فى الدخول بالمبنى فى أرض الجار أو زيادة إرتفاع المنشأ أو زيادة البروزات عن ماهو بالترخيص .

ويمكن لمالك العقار والإستشارى وضع جدول لهذه التفاوتات وبحيث تكون أكثر تشددا على أن تذكر قيمتها فى عقد المقاولة وهذا يجب أن يأخذه المقاول فى إعتبارات التكلفة لأنة سيحتاج لعمالة وأجهزة أكثر كفائة . وسنتناول فى مايلى التفاوتات المسموح بها فى الكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية (كود رقم 203) وهذا يختلف عن التفاوتات المسموح بها للخرسانة سابقة الصب والتى تحتاج لدقة أكبر .

وسنتناول فى مايلى كذلك إسلوب يقترحة المؤلف والذى إستخدمة بكفائة فى المواقع التى تعامل معها والذى يفرق بين التفاوتات المسموح بة للدالة فى المتوسط وعن القيم الفردية للدالة .

6 - 13 - 2 التفاوتات المسموح بها فى قياس كميات المواد المستعملة فى الخلطة .

- يجب معايرة موازين الماء والأسمنت والركام والإضافة فى محطات الخلط كل فتره ويجب أن لاتزيد نسبة الخطأ فى تلك المقاييس عن ± 0.40 %

- جدول رقم (6 - 5) يحتوى على التفاوتات المسموح بها فى مواد الخلط عند إنتاج الخرسانة فى الخلاطة الوزنية . وحيث أنه يتم ضبط الخلاطة على سعة العربة الناقلة (10 م^3 مثلاً) . فسوف يتم وزن المواد اللازمة لإنتاج حجم من الخرسانة يساوى خلطة واحدة (خلطة منفصلة) وعندما تستكمل كمية العربة (خلطة تراكمية) بضبط برنامج تشغيل الأوزان الكلية بحيث يقل الخطأ .

جدول رقم (6 - 5) التفاوتات المسموح بها فى وزن المواد .

المكون	خلطة منفصلة %	الخلطة التركمية
الركام	± 2	± 1
الماء المضاف	± 1	± 1
الأسمنت	± 1	+ 2% *
الإضافات	± 3 %	صفر **

* لايسمح بنقص الأسمنت ولو وزن الشيكارة أقل فيجب إستعواض النقص (يؤخذ خمسون شيكارة ووزنهم لتحديد الفرق) .

6 - 13 - 3 التفاوتات المسموح بها فى قيمة هبوط الخرسانة .

- تم ذكر هذا التفاوت فى الباب رقم (5) بجدول رقم (5- 18) .

6 - 13 - 4 التفاوتات المسموح بها فى الأبعاد والمناسيب .

1 - التفاوتات فى الأبعاد الأفقية (محاور الأعمدة والكمرات والحوائط) .

- لايزيد التفاوت فى البعد الكلى للمنشأ عن ± 25 مم (لايسمح بالدخول فى حرم الجار أو الشوارع) وفى البواكى الداخلية لايزيد التفاوت فى أى إتجاة عن ± 25 مم (لكل باكية أو كل 6 متر) .

2 - التفاوتات فى الأستقامة الرأسية (Plumb) .

- عند إنشاء أعمدة أو حوائط يمكن أن يحدث ميل فى سطح الأعمدة أو الحوائط نتيجة حدوث زحزحة فى قمة العنصر (زحزحة فى الإستقامة الرأسية) .

- لاتزيد التفاوتات فى الإستقامة الرأسية للأعمدة والحوائط وخط تقاطع الأسقف مع بعضها عن 25 مم لكامل إرتفاع المنشأ (بحد أقصى 30 متر) وبين الطوابق المختلفة لايزيد التفاوت عن 5 مم لكل 6متر ارتفاع .

- لاتزيد التفاوتات لأسطح أعمدة الأركان وأعمدة فواصل التمدد عن 15 مم لكامل إرتفاع المنشأ (بحد أقصى 30 متر) وبحيث لاتزيد عن 5 مم لكل 6 متر إرتفاع .

- فى حالة إستخدام الشدات المنزلقة يسمح أن تزيد التفاوتات السابقة بحيث .

* لا تزيد عن 3 مم لكل 1.5 متر .
* لا تزيد عن 25 مم لكل 15 متر .
* لا تزيد عن 75 مم لكامل إرتفاع المنشأ (بحد أقصى 180 متر) .

- تحدد التفاوتات للمنشآت التى تزيد إرتفاعاتها الكلية عن ماهو مذكور فى البنود السابقة بواسطة المصمم الذى يأخذ هذا الميل فى تصميمية .

3 - التفاوتات المسموح بها فى المناسيب (Level) .

أ - قاع الكمرات والبلاطات .

- لكل 3.00 متر مسافة أفقية ± 5 مم .

- لكل باكية أو لكل 6 متر مسافة أفقية ± 10 مم .

- بكامل طول أو عرض المنشأ ± 20 مم .

ب - الأعتاب والجلسات والدراوى والكرانيش المعمارية بالواجهات .

- لكل باكية أو 6 متر مسافة أفقية ± 5 مم .

- بكامل طول أو عرض المنشأ ± 15 مم .

ج ـ النقاط التى تحدد بها مناسيب البلاطات أو الكمرات المائلة .

ـ لكل باكية طولها 6.00 متر ± 10 مم .

ـ بكامل طول أو عرض المنشأ ± 20 مم .

4 ـ أماكن ومقاسات الفتحات :

بالنسبة لمحاور الفتحات ± 15 مم .

بالنسبة لمقاسات الفتحات ± 5 مم .

5 ـ مقاسات الأعضاء الخرسانية كما بالجدول التالى :

العضو	تفاوت الكود مم	مقترح المؤلف	
		متوسط	أقصى قياسات
أعمدة وكمرات وميدات وبلاطات وحوائط * للمقاسات حتى 400 مم	+ 10 أو - 5	+ 5 أو – 2.5	+ 10 أو – 5
* للمقاسات الأكبر من 400 مم .	+ 15 أو – 10	+ 7.5 أو – 5	+ 15 أو – 10
ـ القواعد المسلحة * مقاسات أفقية *الأبعاد بين المحاور *سمك القواعد	+ 50 أو – 15 ± 50 بدون حد أقصى أو -2 %	+ 25 أو – 10 ± 25 + 30 أو – 1 %	+ 50 أو – 15 ± 40 + 40 – 2 %
* منسوب ظهر القواعد	+ 15 أو - 5	+ 10 مم أو- 5 مم	+ 15 مم أو – 5 مم

ومن المهم التأكيد على أن التفاوتات السابقة هى للأبعاد والمناسيب بعد فك الشدات ويجب على المهندس عند استلام الشدات أن تقل التفاوتات فى مقاييس الشدات عن التفاوتات المذكورة .

6ـ التفاوتات المسموح بها فى السلالم .

ـ بالنسبة للدرجة الواحدة :

*الإرتفاع ± 3 مم .

* المسافة الأفقية ± 6 مم .

ـ بالنسبة للقلبة الواحدة أو مجموع قلبات الدور الواحد :

*الإرتفاع ± 5 مم .

* المسافة الأفقية ± 10 مم .

7 ـ التفاوتات المسموح بها فى صلب التسليح :

ـ بالنسبة لأطوال الأسياخ فالتفاوتات المسموح بها هى ± 15 ، ± 25 مم لكمرات ذات العمق أقل من أو يساوى 250 مم وللكمرات ذات العمق الأكبر من 250 مم على الترتيب .

وتوجد عدة تفاوتات أخرى موجودة بالكود المصرى للخرسانة وسنتناول فى مايلى بعض التفاوتات التى يقترحها المؤلف وقد تتفق مع ماجاء بالكود المصرى للخرسانة .

ـ بالنسبة لباقى أبعاد الأسياخ وارتفاعاتها وأرجلها فإن التفاوت المسموح بة ± 8 مم ، 12 مم لمقاس أقل من 250 ، أكبر من 250 مم على الترتيب .

ـ التفاوت المسموح به لعمق الكمرة محسوب من قمتها لمركز صلب التسليح ± 10 مم .

ـ التفاوت المسموح به لتقليل الغطاء الخرسانى – 6 مم .

ـ التفاوت المسموح به لتقليل المسافة الأفقية بين أسياخ الكمرات 5 مم .

ـ التفاوت المسموح به فى المسافة بين الأسياخ للبلاطات أوالحوائط أو الكانات ± 20 مم .

ـ التفاوت المسموح به فى أماكن التكسيح ± 15 مم .

ـ التفاوت المسموح به فى طول وصلات الأسياخ ± 25 .

ـ التفاوت المسموح به فى تقليل طول أشاير الربط داخل الخرسانة – 25 مم و – 50 مم لأسياخ قطرها أكبر من 32 مم .

الباب السابع
الشدات FORM WORK

7 - 1 عام :

يحتوى هذا الباب على أساسيات تنفيذ وتصميم الشدات وعلى خاماتها ومساعدتها وضبط جودتها .

7 - 2 خامات الشدات :

تستخدم العديد من الخامات فى صناعة الشدات ومنها الأخشاب والبلاستيك والمعادن وغيرها وتستخدم مع تلك المواد العديد من المواد المساعدة .

7 - 2 - 1 الأخشاب : Timber .

أ - *إستخدام الأخشاب الطرية :* وهى الأخشاب مثل أخشاب السويد وهى أكثر أنواع الأخشاب إستخداماً فى مصر وهذه الأخشاب يجب أن يتوفر فيها العوامل التالية :

1 - سهولة التشغيل .

2 - أن تكون رخيصة الثمن .

3 - تتحمل تكرار عملية التسمير بدون حدوث إنفصال .

4 - يجب ألا تكون طرية جداً .

5 - يجب أن يكون لها معاير مرونة جيد .

6 - خالية من العقد والشروخ .

ب - *إستخدام الأخشاب الصلبة :*

مثل الزان (ash) والقرو (oak) و الخشب العزيزى (Beach Pine) ونظراً لغلو ثمن هذه الأخشاب لاتستخدم فى المنشآت العادية وإنما تستخدم فى عمل الشدات والقوالب الخاصة للعديد من الأعمال مثل

1 - شدات الخرسانة سابقة الصب .

2 - شدات الخرسانة سابقة الإجهاد .

3 - شدات القوالب صغيرة الأبعاد .

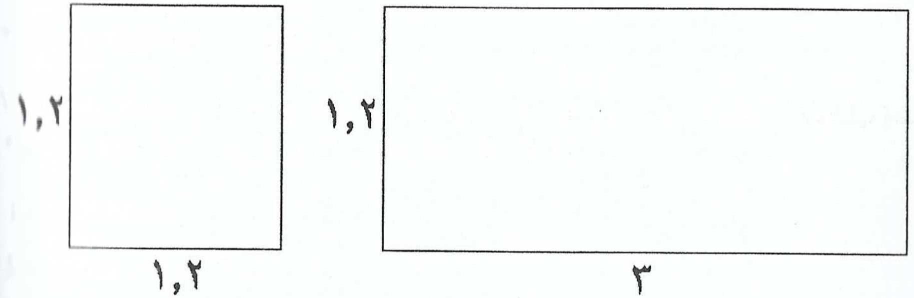
وتستخدم النوعيات السابقة من الأخشاب على هيئة ألواح تستخدم فى الأرضيات (Decking) أو كألواح للشدات الرأسية (Sheeting) ويعتمد سمكها فى المقام الأول على المسافة بين الركائز الحاملة لها .

ولذلك يتراوح سمكها بين 19 مم للإستخدامات الصغيرة والعادية و 38 مم للإستخدامات الثقيلة . ولـ
يصل السمك الى 50 مم فى حالة ملاشاة الكمرات الثانوية الـ Joists
كما تستخدم الأخشاب على هيئة كمرات بقطاعات مختلفة .
وغالباً ما تستخدم الأخشاب المربعة المقطع كقوائم Props .

ج - الأبلكاج *Ply Wood* .

يصنع الأبلكاج من عدة طبقات ملصوقة مع بعضها براتنج مع استخدام الضغط وتلك الألواح تستخدم كأرضيات لشدة الأسقف وألواح لشدة الحوائط .

- وتنتج تلك الألواح بأسماك مختلفة تتراوح بين 3 ، 19 مم والأسماك الأقل من 6 مم تستخدم فى أعمال تبطين الشدات وفى الأعمال المنحنية وتنتج الألواح بمقاييس مختلفة كما بشكل رقم (7-1) .



شكل رقم (7-1) ألواح الأبلكاج .

- وتتميز ألواح الأبلكاج بعدة مميزات منها :

1 - سريعة وإقتصادية .

2 - قليلة التسريب .

3 - تحقيق مساحة سطحية كبيرة .

4 - تقل فواصل المونة .

5 - تسهل عملية رص الكمرات بتقسيط شبة ثابت .

6 - يمكن تسميرها عند الأطراف بدون إنفصال .

7 - مقاومتها للصدم جيدة .

8 - إنكماشها وتمددها أقل من الخشب المعتاد .

- إحتياطات الإستخدام :

لكى نحافظ على تلك الألواح يراعى ما يلى :

1- يجب التعامل معها برفق .

2- يجب تنظيفها بعد كل استعمال .

3- يجب دهانها بالزيت عند كل إستعمال .

د - مساعدات الشدات : Accessories

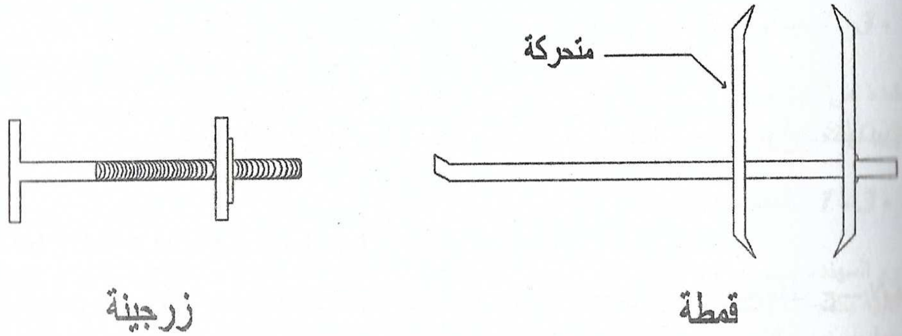
1 - المسامير .

2 - الأسلاك Wires .

3 - Bolts .

4 - الزراجين (شكل رقم 7-2) .

5 - القمط (شكل رقم 7-2)



شكل رقم (7-2) القمط والزراجين .

واستخدم المساعدات السابقة لتثبيت أجزاء الشده بعضها ببعض وبعد فك الشده يجب تجميع تلك المساعدات وتنظيفها وتجميعها لإستعمالها مرات عدة .

7 - 2 - 2 *التحكم فى سطح الشدات* : *Surface Application to Form Work*

7 - 2 - 2 - 1 *إستخدام الدهانات* :

استخدم الدهانات لتحقيق أغراض مختلفة منها :

1 - دهان الشدات لسهولة فك الشدة .

2 ـ دهان الشدة للحصول على ملمس معين للخرسانة .

3 ـ دهان الشدة للحصول على سطح بارز من الزلط .

وذلك بدهان الشدات بمادة مؤجلة تؤجل شك الأسمنت الملاصق لشدة الواجهات وبعد فك الشدات بواسطة فرشة سلك يتم إزالة المونة فيتبقى الركام بارز ليمثل منظر جمالى بعد غسيلة

7 ـ 2 ـ 2 ـ 2 تبطين الشدات : *Form Linings*

ويتم تبطين الشدات بألواح من المواد المختلفة وذلك لإكساب سطح الخرسانة النهائية درجة عالية من الجوده (نعومة وإستواء السطح) ومن بين مواد التبطين مايلى :

1 ـ ورق البناء : ***Building Paper***

وهو عبارة عن طبقتين من ألياف السيسال Sisal والتى يتم تجميعها بمواد بيتومينية وتحقق فوائد منها :

- تحافظ على المونة .
- سطح ذو جودة جيدة .
- المحافظة على ماء الخلط .
- سطح الخرسانة نظيف .
- يقلل أى تشوية فى سطح الخرسانة .

2 ـ ألواح الخشب الصلبة :

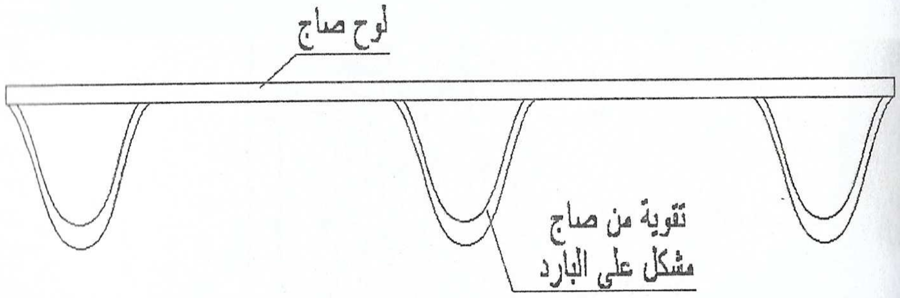
وتنتج بعروض تتراوح بين 1.2 إلى 1.6 متر وبأطوال من 1.2 إلى 5.4 متر ويتراوح سمكها بين 3 ، 4 مم .

3 ـ ألواح الأبلكاج الرفيعة ***Thin Play Wood .***

4 ـ التبطين بألواح البلاستيك Plastic Linings وعيوبها أنها تعطى أحياناً سطح متعرج – لايخرج الهواء المحبوس منها .

7 ـ 2 ـ 3 الصلب :

حيث تستخدم قوائم من المواسير المجوفة وشدادات وكمرات ويمكن استخدام ألواح من الصاج مدعمة بتقويات من الخارج على البارد وتستخدم بدلاً من Decking الخشبى . أنظر شكل رقم (7 ـ 3) وتستخدم لعمل بواكى كبيرة .



شكل رقم (7 ـ 3) إستخدام ألواح الصاج .

7 ـ 2 ـ 4 مواد أخرى :

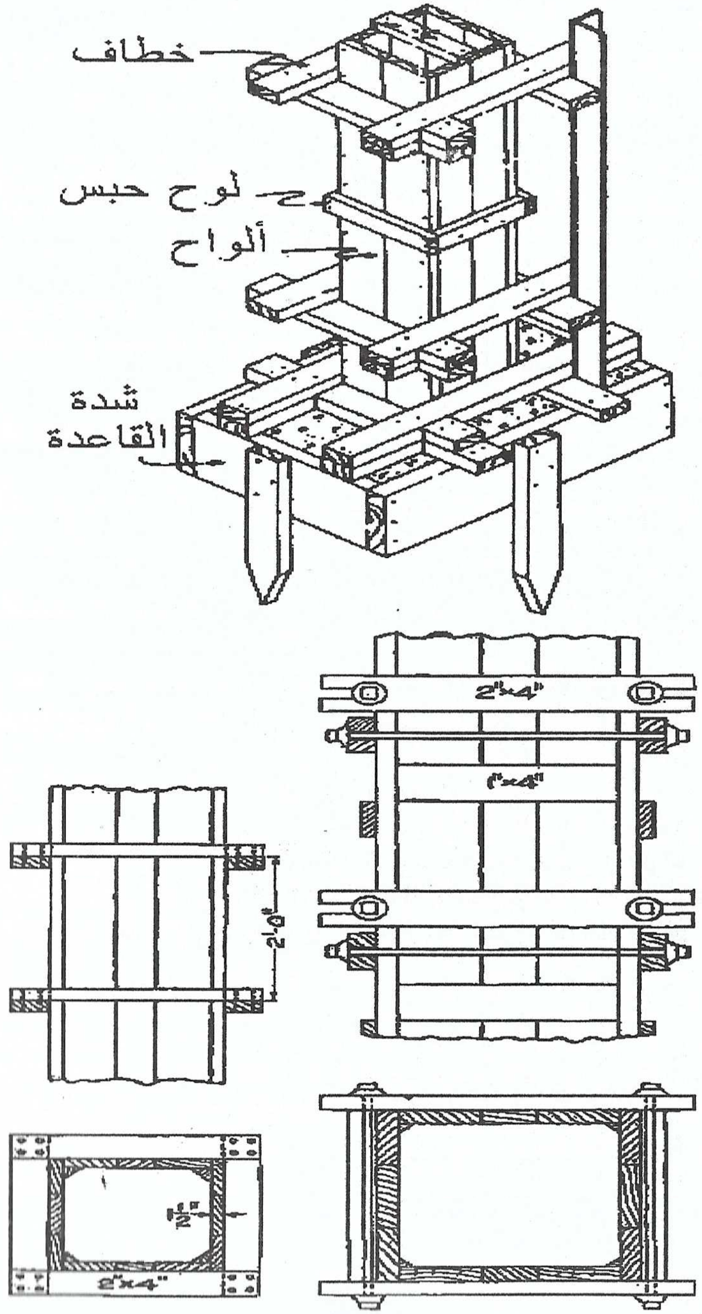
تستخدم الخرسانة والبلاستيك لعمل الشدات ويمكن الرجوع الى أحد المراجع المتخصصة للتعرف على تفصيلاتها .

7 ـ 3 الشدات الخشبية :

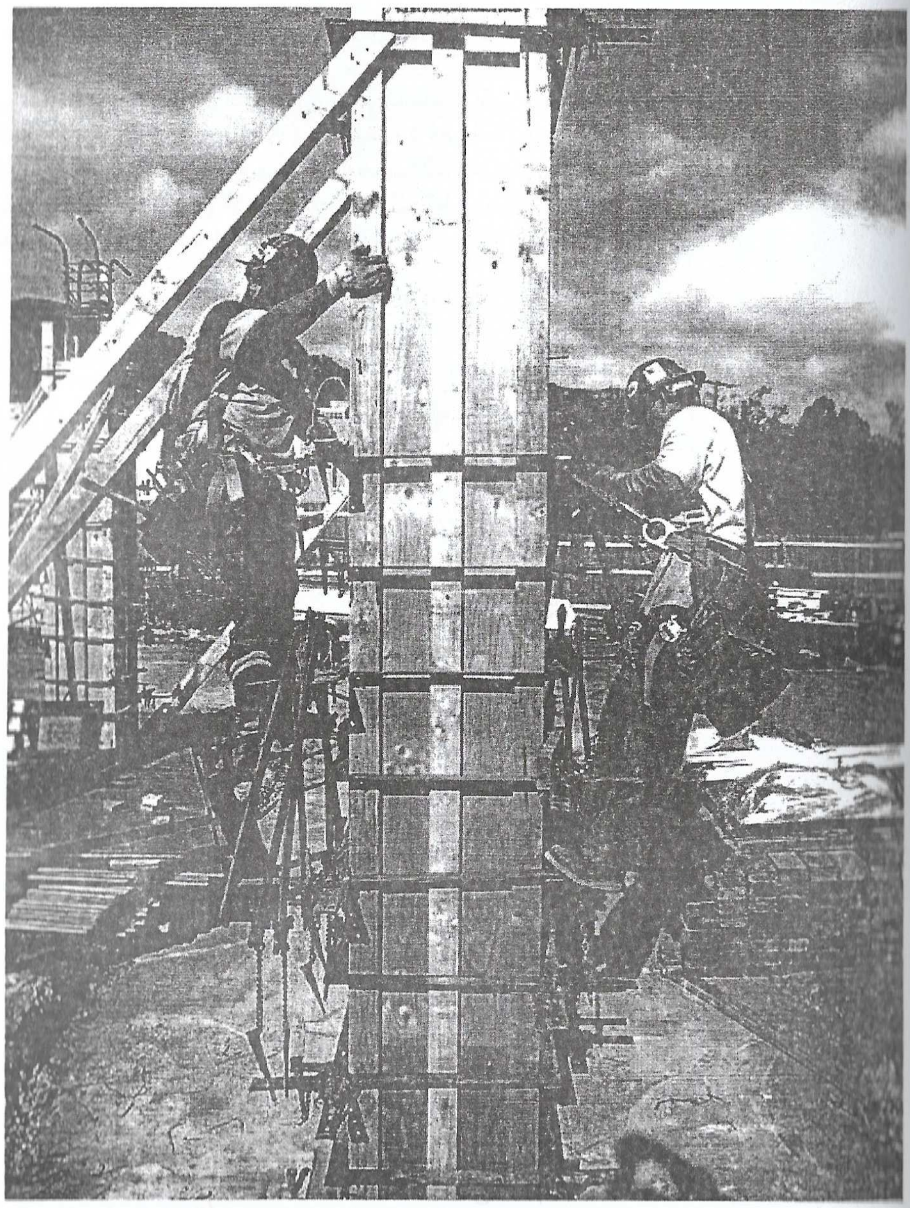
الشده هى عبارة عن وعاء لصب الخرسانة داخلة ويجب أن تكون الشدة قوية لتحمل الضغوط الجانبية ووزن الخرسانة والعمالة والأحمال الحية .

7 ـ 3 ـ 1 شدات الأعمدة : ***Column Form .***

يقوم المهندس بعمل ألواح رأسية (Sheeting) تكون جسم العمود ثم تحوط الألواح على عدة مستويات رأسية بكمرات (تطريح) وأطواق والذى يؤخذ رد فعلة بواسطة تركيب شدادات (Ties) من الصلب أو تربط ببرندات أفقية (Waller) تصل للقوائم الرأسية وشكل رقم (7-4) يحتوى على أمثلة لشدات الأعمدة .



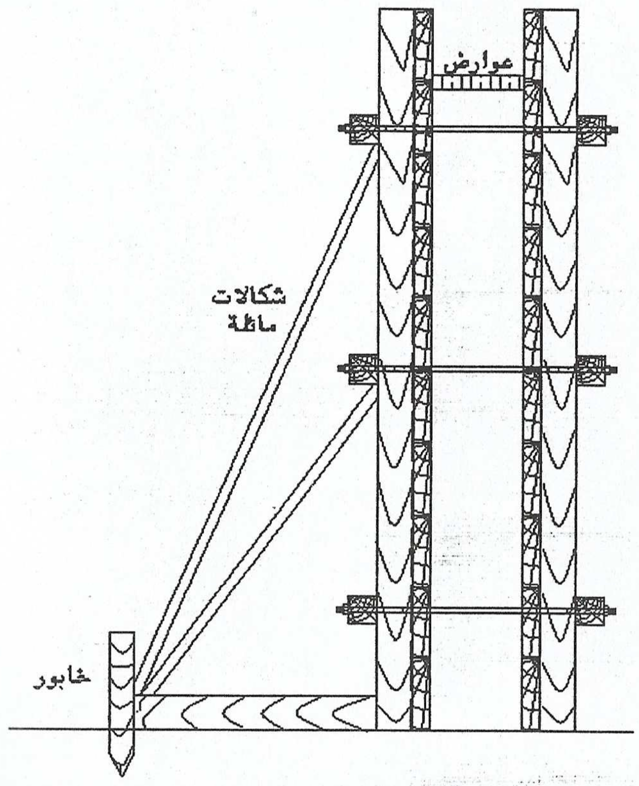
شكل رقم (7 - 4) أمثلة لشدات الأعمدة .



شكل رقم (7 - 4)(مستمر) أمثلة لشدات الأعمدة .

2 - 3 - 7 شدات الحوائط : Wall Forms

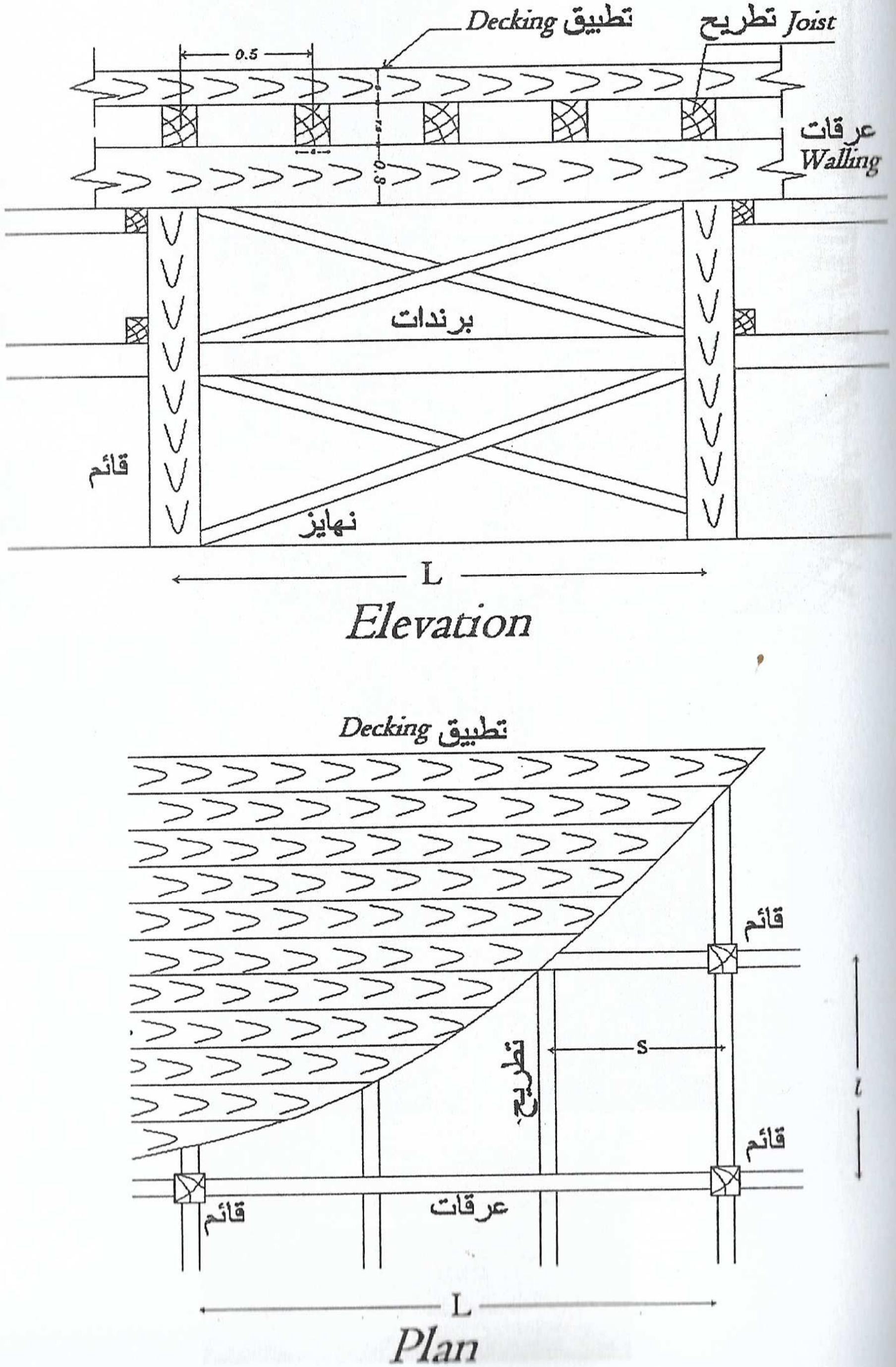
يقوم المهندس بعمل ألواح أفقية تكون جسم الحائط ثم يقوم بوضع كمرات رأسية (Joist) ثم يجمعها بواسطة كمرات أفقية (Walling) ويتم أخذ رد فعل الكمرات الأفقية بعدة طرق منها الشدادات الصلب (Ties) مع سند الحوائط بشكلات عرضية تثبت فى التربة لتحقيق الإتزان للحوائط كما ب شكل رقم (7 - 5) الذى يوضح مثال للحائط ويجب أن يضع المهندس من الداخل عوارض لحفظ سمك الحائط على أن يتم إزالتها عند الصب .



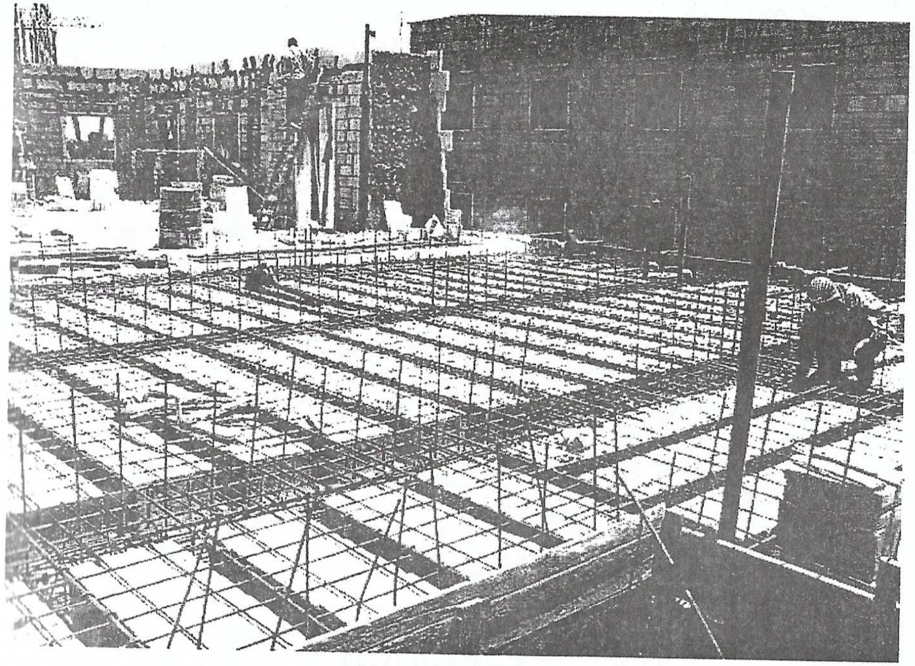
شكل رقم (7 -5) شدات الحوائط .

3 - 3 - 7 شدة السقف : Roof Forms .

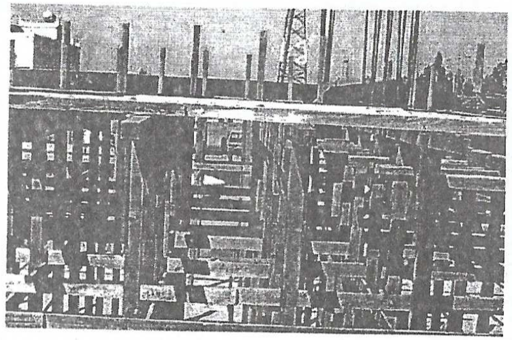
كما هو واضح من شكل رقم (7 - 6) يتضح أن شدة السقف غالباً تتكون من :



شكل رقم (7 -6- أ) مثال لشدة السقف

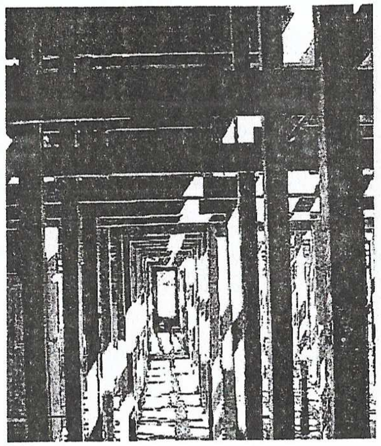


منظر عام لشدة السقف

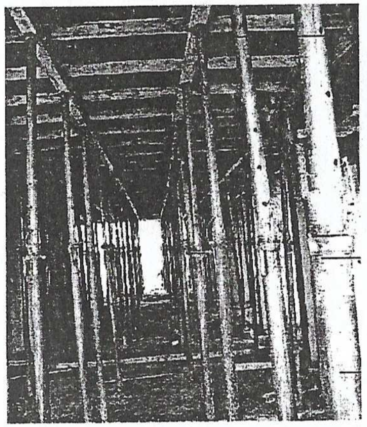


منظر عام للشدة

شكل رقم (7 - 6 - ب) مستمر أمثله لشدة السقف .

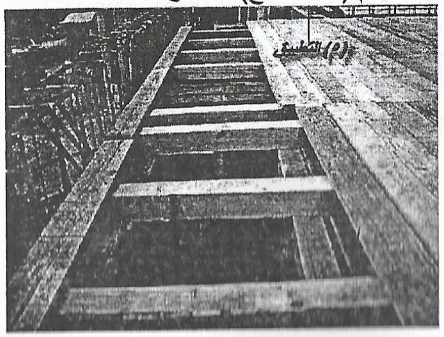


وضع القوائم فى صفوف منتظمة

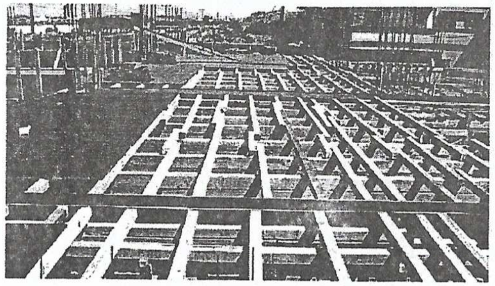


استخدام الدعائم المعدنية بدلاً من القوائم الخشبية

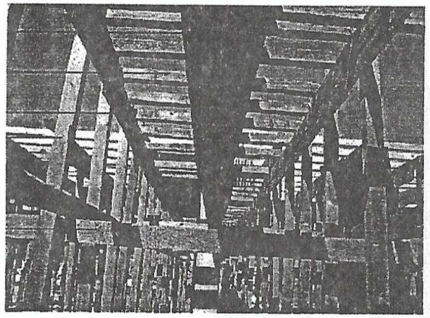
شكل رقم (7 - 6 - ج) مستمر أمثله لشدة السقف



التطبيق

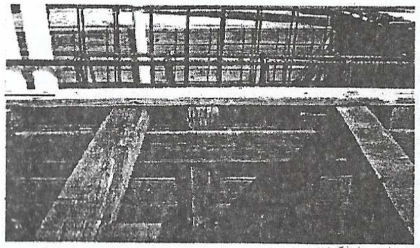


شكل يوضح التطبيق والتطريح والعرقات

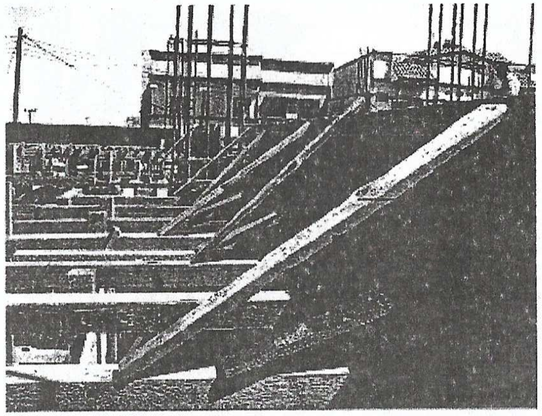


قيعان الكمر محملة على التطاريح والعرقات

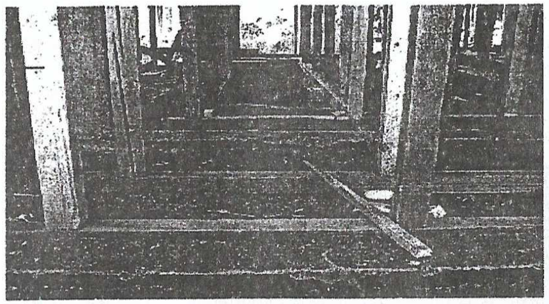
شكل رقم (7 - 6 - د) مستمر أمثله لشدة السقف .



استخدام ألواح الزنق فى تدكيم ألواح الكمرات

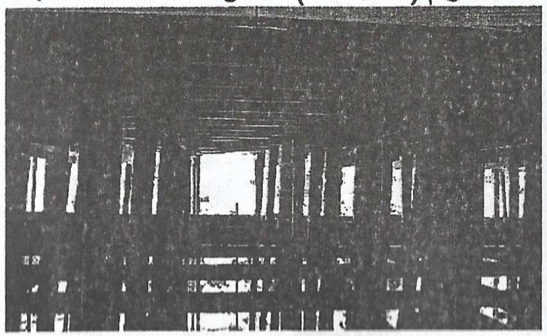


استخدام التدكيم لسند جوانب الكمرات الخارجية (طريقة بلدية مستخدمة ويجب وضعها بطريقة هندسية سليمة)

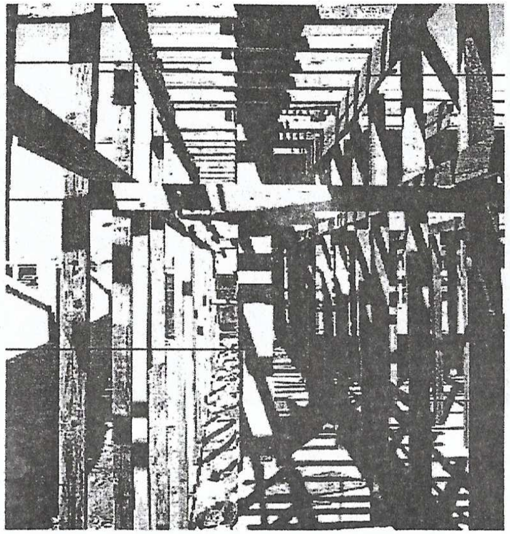


استخدام ألواح بونتى أو عروق فليرى كفرش أسفل القوائم

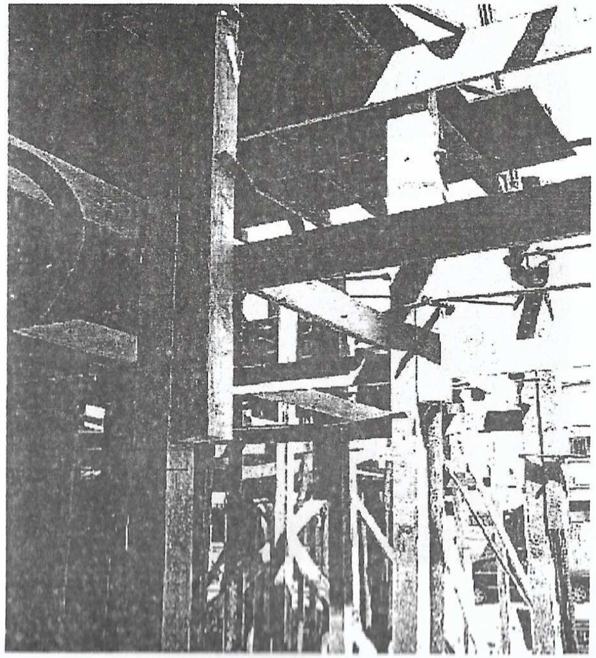
شكل رقم (7 - 6 - هـ) مستمر أمثله لشدة السقف .



البرندات و باقى الشدة



استخدام صف من الأعمدة الاسكندرانى خارج المبنى لحمل البروزات



شدة سقف واستخدام القمط فى ربط القوائم

شكل (6-7) مناظر لأجزاء شدة السقف

1 - تطبيق السقف Decking :

والمقصود بها هى عمل ألواح Decking أفقيه (بعرض 10 سم أو 12.5 سم وبسمك بوصة أو أكثر) أو إستخدام ألواح من أخشاب الأبلكاج .

2 - تطريح السقف Joists :

حيث يتم عمل كمرات عمودية على Decking وتوضع بتقسيط يتراوح بين 50 ، 80 سم

3 - عرقات Walling :

حيث يتم عمل كمرات تحمل الـ Joists من الخشب الموسكى لتنقل الأحمال للقوائم وتسمى هذه الكمرات بالعرقات .

4 - القوائم Posts (Props) :

حيث يستخدم قوائم خشبية مقاس 4 × 4 بوصة فى ما يعرف بعملية التعريق حيث توضع القوائم على صفوف متراصة على مسافات حوالى 1 متر فى إتجاهين متعامدين على أن يبدأ أول الصفوف من جوار صف الأعمدة الخارجية .

5 - البرندات Wailers :

وهى عروق أفقية (فلليرى) تعمل على تربيط القوائم الخشبية الرأسية فى الإتجاهين بحيث يقلل من طول إنبعاج القوائم ويمكن وضعها على منسوب واحد أو إثنين أو أكثر وذلك طبقاً لإرتفاع الطابق وإرتفاع أول برانده عن السطح يتراوح بين 1.8 و 2.10 متر لكى يستطيع المهندسون الحركة .

6 - ألواح بونتى أو عروق :

وتستخدم لفرشها على التربة لكى يتم إرتكاز القوائم عليها فى حالة البدروم أو الأرضى .

7 - الشكالات (النهيز) Bracing .

وهى قطاعات خشبية تربط بين القوائم والبرندات قطرياً بحيث تكون جمالون يستطيع نقل القوى الأفقية للأسقف والأرض . ويجب الإهتمام بعمل الوصلة بين القوائم والبرندات والشكالات .

وبعض العمليات الصغيرة التى تنفذ بطريقة تعتمد على الخبرة قد يكتفى بكمرات Joists يتم حملها مباشرة على القوائم .

7 - 3 - 4 طريقة تنفيذ الشدة الخشبية :

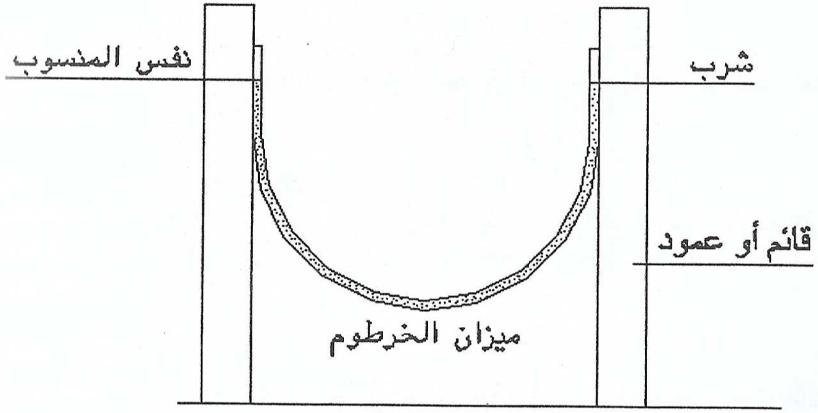
(1) أثناء عمل شدات الأعمدة يتم تركيب بعض القوائم الخشبية .

(2) بعد صب الأعمدة يتم رص القوائم الخشبية فى صفوف متعامدة .

(3) يتم تعيين منسوب السطح السفلى لخرسانة السقف الذى يعتبر منسوب الوجة العلوى لشدة السقف

(4) يحدده منسوب قمة الـ Joists (س) ويساوى منسوب السطح السفلى لخرسانة السقف مطروح منها سمك الـ Decking .

(5) يتم عمل شرب (علامة بالألوان) على الأعمدة الخرسانية وعادة يكون فى منسوب أعمق كمرة ويستخدم فى ذلك ميزان القامة (مساحى) وميزان الخرطوم . وميزان الخرطوم هو عبارة عن خرطوم شفاف يملأ بالماء شكل رقم (7 -7) ويوضع أحد طرفية عند شرب العمود الأول والطرف الأخر عند العمود الثانى لينقل له نفس المنسوب (نظرية الأوانى المستطرقة) ونستمر فى ذلك حتى يوضع الشرب لكل الأعمدة ثم يستخدم الميزان المساحى للتأكد .



شكل رقم (7 - 7) ميزان الخرطوم .

(6) ترص القوائم والبرندات .

(7) يتم تركيب الـ Walling والـ Joists وفى كل مرة يتم التأكد من منسوب ظهر الكمرات الخشبية بميزان الماء وميزان المساحة .

(8) يتم وضع الـ Decking ويتم وزن منسوب السقف .

(9) يجب تحديد منسوب قاع كل كمرة لوضع الـ Decking لها فى مكانها قبل تنفيذ الـ Decking للبلاطة .

(10) فى حالة عدم إرتكاز الـ Walling مباشرة على القوائم (كما فى العمل الذى ينفذ بالخبرة) وإنما ينقل الحمل للقوائم بالجنب فإنة يجب إكمال فرق إرتفاع السقف من طول القوائم بفضلات قصيرة من العروق تسمى ضفادع (Forges) حيث تثبت جيداً بالقوائم بالطفش الخشبية (باقى ألواح) والمسامير والقمط الحديدية مع تربيطها جيداً قبل الصب مباشرة ولا يفضل المؤلف هذه الطرق .

(11) التدكيم :
يتم تدكيم جميع جوانب الكمرات الداخلية والخارجية وكذلك قاع الشدة الخشبية بإستعمال طفش خشبية كما يجب سد فراغات وثقوب ألواح الشدات الخشب (التدكيم يقصد بة السند الجانبى والمائل للشدات)

(12) الإسكندرانى :
فى حالة وجود بلكونة أو بروز خرسانى عن السقف فيجب وضع قوائم مائلة(عروق فليرى) لتصل لخارج المنشأ مع تربيطها جيداً بالبرندات ويجب تأخير فك شدات البلكونات ويمكن عمل صف أعمدة خارج حدود المبنى .

7 - 4 ضبط جودة نجارة السقف :

1 - التأكد من متانة الخشب ونوعيته وعدد المرات التى إستخدم فيها سابقاً ورفضها فى حالة وجود شروخ أو ثقوب أو تكسير جزئى بها .

2 - التأكد من منسوب الشرب بميزان القامة (ميزان مساحى) .

3 - التأكيد من أفقية أعلى السقف بميزان القامة .

4 - قياس أبعاد السقف من أعلى وأخذ قياسات قطرية ومقارنتها بقيمها فى الرسومات .

5 - التأكد من عرض وعمق الكمرات .

6 - التأكد من رأسية جوانب الكمرات بميزان الخيط .

7 - قياس أبعاد البلاطات وتحديد منسوب الحمامات والمطابخ ومطابقتها للرسومات المطلوبة

8 - التأكد من أفقية العرقات والتطاريح والتطبيق بميزان القامة على كل مرحلة .

9 - التأكد من عدم وجود فراغات بين ألواح التطبيق .

10 - التأكد من وجود ألواح الزنق (الحبس) التى يقوى بها الكمرات .

11 - التأكد من ضفدعة الشده كلها وذلك بوجود قطع اللتزانة أسفل العرقات والوصلات الرأسية .

12 - التأكد من الوصلات ووجود عدد كاف من الشكالات ووجود تدكيم كاف للكمرات .

7 - 5 الشدات المعدنية

تختلف الشدات المعدنية من شركة لشركة أخرى وسنتناول فيما يلى الأجزاء الأساسية للشدات المعدنية

أ - القوائم المعدنية :

وتشمل مواسير من الحديد الصلب عبارة عن ماسورتين حيث تنزلق أحداهما داخل الأخرى علماً بأن الماسورة الخارجية بقطر داخلى مقدارة حوالى 60 مم والماسورة الداخلية بقطر داخلى حوالى 48 مم كما أن لها قاعدة سفلية من لوح حديد صلب مقاسة 15 × 15 × 1 سم وبها ثقوب تساعد على تثبيتها فى ألواح الخشب البنطى التى تستخدم فى حالة ما إذا وضعت القوائم على أرض رخوة أو ردم . أما الطرف العلوى للقائم فهو مقلوظ ولة صامولة بذراع تدار حول الماسورة وبها خابور معدنى للضبط التقريبى . كما أن الماسورة الداخلية بها ثقوب متقابلة على جانبها ويبعد عادة كل ثقب عن الأخر بمسافة 10 سم وعلى ذلك يضبط القائم على الطول المطلوب وذلك بوضع الماسورة الداخلية داخل

الماسورة السفلية وتترك لتنزلق داخلها حتى المقاس المطلوب وتتحرك صامولة الماسورة السفلية بواسطة ذراعها حتى تصل لأقرب ثقب يعلوها ثم يوضع الخابور فى أعلى الصامولة ويدخل فى ثقبى الماسورة ويخرج من الوجه الآخر ثم تدار الصاموله بواسطة ذراعها فترفع أو تخفض الخابور الذى يحرك الماسورة الداخلية حتى تضبط تماماً عند الإرتفاع المطلوب .

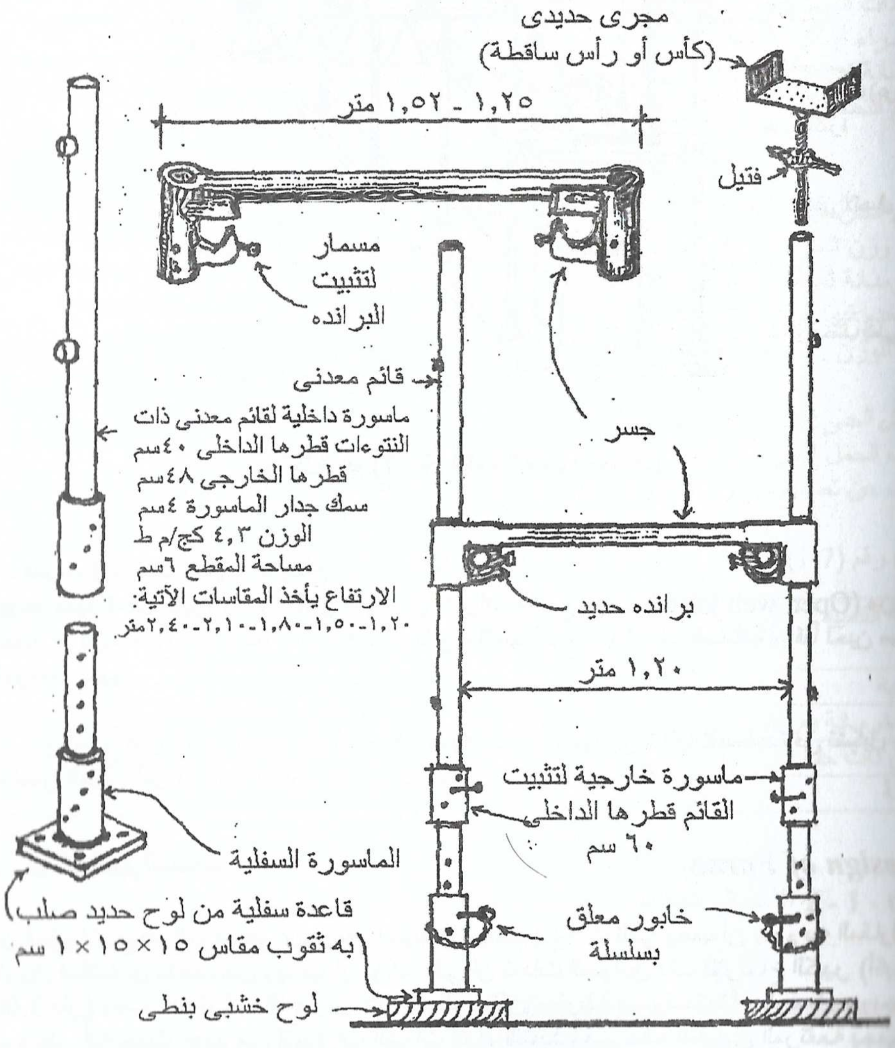
2 - الجسور :
وتثبت عادة بين قائمتين وتكون بمسافات 1.25 – 1.52 متر ويثبت بها أربطة خاصة لحمل البرندات الأفقية .

3- البرندات :
وعادة تربط عند ارتفاع 1.80 متر وذلك لربط صفوف القوائم المحيطة بالكمرات مع بعض .

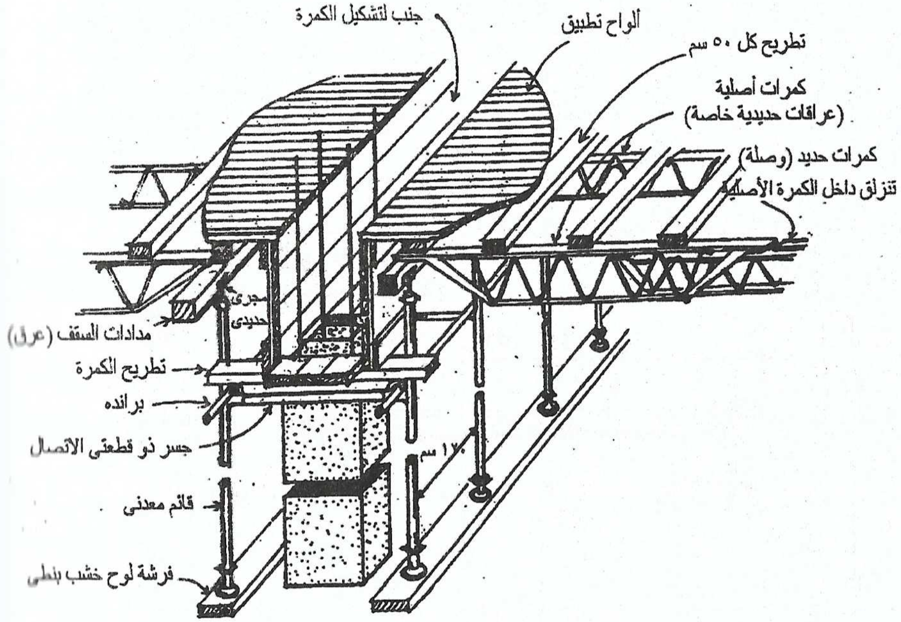
4 - الشكالات :
وهذه تعتبر مواسير حديدية ذات قطر خارجى 48 مم حيث تربط بالقوائم التى يزيد إرتفاعها عن 3 متر وذلك لتقويتها .

5 - المجرى :
ويوضع بأعلى القائم الحديدى لحمل مدادات السقف التى يرص عليها الكمرات الحديدية للسقف

6 - الأربطة :
يوجد عدة أربطة كثيرة لربط عناصر السقالات الحديدية ببعض أنظر شكل رقم (7 - 8) الذى يحتوى على أعضاء السقالات وشكل رقم (7 - 9) الذى يحتوى على الشده الخاصه بالسقف .



شكل رقم (7 - 8) أعضاء السقالات الحديدية



وشكل رقم (7 - 9) الشدة الخاصة بالسقف .

7 - كمرات (عراقات حديدية خاصة) .

ويوجد منها أشكال كثيرة وعادة تعمل على شكل كمرات مفتوح الويب (Open web joists) من الحديد تنزلق داخل بعض لتعطى المسافات المطلوبة لتغطية بحور الأسقف المختلفة مؤقتاً لحين صب الخرسانة عليها .

وعموماً قد يستعمل الخشب أو ألواح البلاستيك أو الألومنيوم أو خلافه للمساعدة فى تشكيل عناصر المبنى المراد صبها بالخرسانة بجانب الحديد .

6 - 7 تصميم الشدات : *Design of Forms*

من أساسيات ضبط الجودة هو أن يراجع المهندس تصميم الشدات التى يجب أن يقوم به المقاول عن طريق استشارى متخصص ويجب أن نؤكد على أن شدات الطوابق ذات الإرتفاع الكبير (أكبر من 3.00 متر) يجب عدم تركها للنجارين لأن القوائم ستكون طويلة وسوف تحتاج للوصل ، ويجب أن ننوه على أنه حدث عديد من إنهيارات الشدات أثناء التنفيذ وفى حالة الطوابق المرتفعة يجب على المهندس الإهتمام بالوصلات التى تربط الأعضاء ببعضها .

7 - 6 - 1 الأحمال : *Loads*

7 - 6 - 1 - 1 الأحمال الرأسية : *Vertical Loads*

يجب أن يتم تصميم قطاعات الشدات المختلفة لتتحمل وزنها ووزن الخرسانة الطازجة ووزن العمالة والمعدات المستخدمة فى أعمال الصب وكذلك يتم التصميم على حالة تحميل أخرى هى حالة الخرسانة الخضراء أو الخرسانة المتصلدة فى مراحلها الأولى والتى تحمل شدة الطابق اللاحق إذا لم تكن الخرسانة قد وصلت لمقاومة جيده وهذا يتم تحديد إمكانية حدوثه من مهندسى التنفيذ والتخطيط ويجب أن يتم التصميم بحيث لايحدث تشكل كبير غير مرغوب فيه فى الشدات وعموماً فإن الأحمال تؤخذ كما يلى :

- حمل الخرسانة :

تعتمد وزن الخرسانة على وحدة وزن الخرسانة التى تتوقف على كون الخرسانة خفيفة أو عادية الوزن أو خرسانة ثقيلة وتعتمد كذلك على نوع الركام المستخدم . ويمكن فرض وحدة الوزن للخرسانة المستخدم فيها الزلط = 2500 كجم/م^3 وفى حالة المنشآت الخاصة يمكن عمل خلطة تجريبية لقياس وحدة الوزن .

- الحمل الحى :

يتوقف الحمل الحى على طريقة التشييد المستخدمة وكذلك على نوع العنصر التصميمى فتصميم الألواح يختلف عن تصميم الكمرات . ويمكن اتباع القيم الواردة فى جدول رقم (7-1) .

جدول رقم (7-1) قيم الأحمال الحية كجم/م^2 لتصميم الشدات .

طريقة التشييد	تصميم الأرضية (Decking) للشدة كجم /م^2	تصميم الكمرات كجم /م^2
التقليدية	300	150
نقل الخرسانة بعربات	365	195
أوناش ذات حلة	200+ حمل حى مكافئ لوزن الحله	100+حمل حى مكافئ لوزن الحله
مضخة	400	300

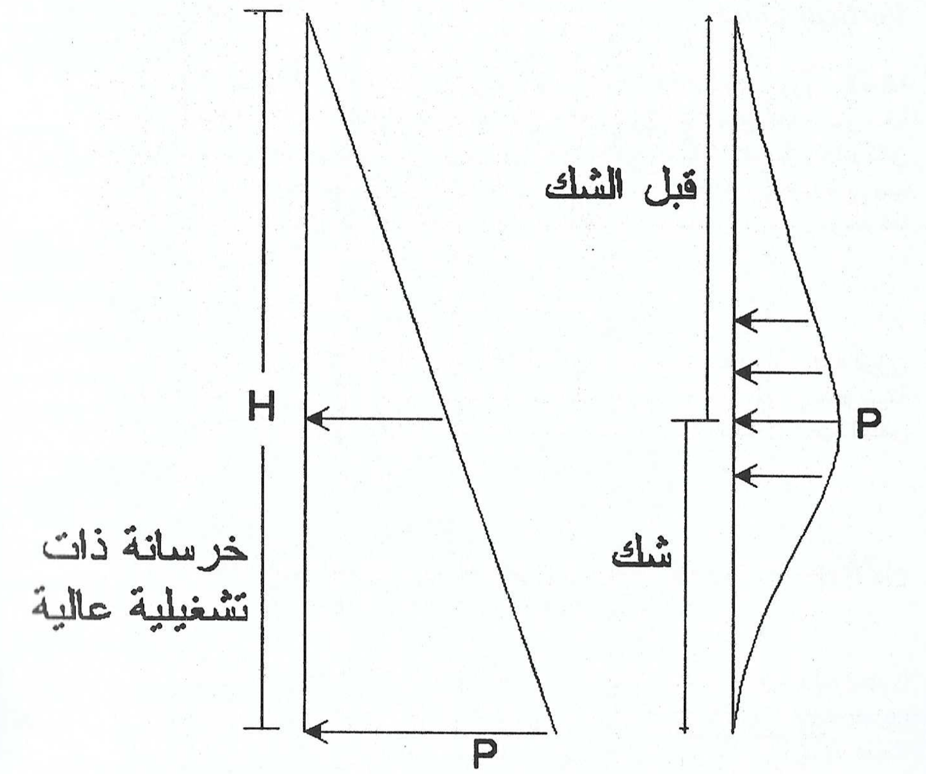
7 - 6 - 1 - 2 الأحمال الجانبية للخرسانة على الشدات الرأسية .

Pressure of Concrete on Vertical Form .

(أ) العوامل المؤثرة على ضغط الخرسانة الجانبى .

إن الحساب الدقيق لضغوط الخرسانة على الشدات الرأسية من الأمور التى يصعب تحقيقها لأن الخرسانة مادة تختلف عن أى ماده أخرى فهى تقترب من خواص السائل عندما تكون ذات هبوط

كبير (20سم) وتقترب من الحالة الصلبة (التربه) عندما يكون هبوط الخرسانة = صفر ومما يزيد الأمر صعوبة أنه بمرور الزمن تبدأ الخرسانة فى الشك مما يقلل من ضغوطها على الشدات شكل رقم (7-10) . وعلى هذا يمكن إستعراض العوامل المؤثرة على ضغط الخرسانة فيما يلى :



شكل رقم (7-10)

1 - كثافة الخرسانة (γ) حيث أنه كلما زادت الكثافة يزيد ضغط الخرسانة .

2 - تشغيلية الخرسانة Workability of Concrete فكلما تحسنت التشغيلية تزيد هبوط الخرسانة يلاحظ أنه كلما زاد هبوط الخرسانة (Slump) زاد ضغط الخرسانة الجانبى .

3 - معدل الصب Rate of Casting (R) m/hr

أثبتت الدراسات المعملية والحقلية أنه كلما كان معدل الصب مرتفع كانت الخرسانة مقتربة من الحالة السائله ويزداد ضغط الخرسانة ويحسب R عن طريق تحديد مقدرة الشركة على الصب فيتم حساب حجم الخرسانة التى يمكن صبها فى الساعة = Q . Rate of Pouring / hour
ثم يؤخذ مقطع العضو المصبوب فى الإعتبار لحساب معدل الصب .

$$R = \frac{Q}{A} \quad m/hr$$

كمية الخرسانة المصبوبة فى الساعة $Q = m^3/hr$
مساحة مقطع العضو الخرسانة . $A = m^2$
(مساحة مقطع العمود أو مساحة المسقط الأفقى المصبوب للكمرة فى الفترة الواحدة) .

4 - التأثير الديناميكى لصب الخرسانة بالقالب :
فكلما إزداد إرتفاع القالب زاد التأثير الديناميكى وكلما كان الصب من أعلى القالب يزيد التأثير وعموماً يستخدم معهد التشييد والبناء (معهد الأسمنت والخرسانة للهندسة المدنية بالولايات المتحدة الأمريكية) قيمة إجمالية قدرها 1 طن/م^2 كضغط متوسط مكافئ للفعل الديناميكى .
(فى حالة استخدام مضخة وعربات نوصى بأن يضاف 2 طن/م^2)

5 - درجة الحرارة :
حيث كلما زادت درجة الحرارة يقل ضغط الخرسانة .

6 - الهز Vibration :
حيث كلما تحسن دمك الخرسانة بالهز تزيد ضغوط الخرسانة .

7- إرتفاع الصب :
حيث كلما زاد ارتفاع الصب تزيد الضغوط .

8 - البعد الأدنى للقطاع الخرسانى d min .

حيث يزيد ضغط الخرسانه بزيادة عرض العمود حتى الوصول لعرض معين d min يثبت عنده ضغط الخرسانه نتيجة arching effect

ب - حساب ضغط الخرسانة الجانبى طبقاً لمعهد التشييد والبناء :
وعموماً فإن معهد التشييد قد وضع الحالات والمعادلات التالية لحساب ضغط الخرسانة .

1 - حالة ضغط السائل :
حيث يفرض أن تكون الخرسانة فى الحالة السائلة

$$P1 = \gamma H \quad t/m^2 \longrightarrow (1)$$

2 - حالة الضغط الذى يعتبر Arching Limit .
ويلاحظ أنه كلما زاد سمك الحائط يحدث زيادة فى الضغط الواقع على الشدات الى أن تصل الى سمك معين d min لايحدث بعده زيادة فى الضغط ووجد فى أغلب الحالات التى تم دراستها أن هذا السمك d = 500 مم وتم دراسة العلاقة بين ضغط الخرسانة P وسمك الحائط الأدنى d فوجدت كما يلى :

$$P2 = \frac{1}{10}\left(3R + \frac{d \; mm}{10} + 15\right) \quad t/m2 \longrightarrow (2)$$

$R = \frac{Q}{A}$ m / hr

d لاتزيد عن 500 مم .

3 - تأثير تصلب الخرسانة :
تم دراسة تأثير درجة حرارة الخرسانة وكذلك درجة التشغيلية على ضغط الخرسانة وأمكن وضع حد لضغط الخرسانة لحالة التصلد .

$$P3 = (\gamma \; Rk + 0.5) \quad t/m^2 \longrightarrow (3)$$

حيث k معامل يتوقف على هبوط الخرسانة ودرجة الحرارة ويؤخذ من جدول رقم (7 - 2)

جدول رقم (7 -2) قيمة المعامل K.

هبوط	درجة الحرارة °م					
* مم	5	10	15	20	25	30
25	1.45	1.10	0.80	0.60	0.45	0.35
50	1.90	1.45	1.10	0.80	0.60	0.45
75	2.35	1.80	1.35	1.0	0.75	0.55
100	2.75	2.10	1.60	1.15	0.90	0.65

* أى قيم خارج الجدول تؤخذ بالنسبة والتناسب ويمكن زيادتها لأنها غير موجودة بالمرجع الأصلى .

يتم التطبيق فى الثلاث معادلات السابقة وحساب الثلاث حدود وأخذ الأقل فيهم (Pmin) لأن القيمتين الآخريين لن تحدثا .

4 - يتم إضافة الفعل الديناميكى بإضافة 1 طن/م² لقيمة Pmx الدنيا أو 2 طن/م² .

$$P_{max} = (P_{min} + 1) \; t/m^2$$

مثال :
عمود أبعاده 0.40 × 0.40 م وارتفاعه 4 متر يتم صبة فى درجة حرارة 25 °م إذا كان هبوط الخرسانة 7.5 سم والشركة تصب 70م³ خلال 8 ساعات عمل . إحسب ضغط الخرسانة وتوزيعه عبر الشده إذا علم أنه يتم صب 3 أعمدة فى نفس الوقت وأن هبوط الخرسانة = 75 مم .

$$P1 = \gamma H = 2.5 \times 4 = 10 \; t/m^2.$$

$$P2 = \frac{1}{10}\left(3R + \frac{d}{10} + 15\right)$$

$$R = \frac{Q}{A} = \frac{70/8}{0.4 \times 0.4} = \frac{55}{3} \; m/hr = 18 \; m/hr$$

$$P2 = \frac{1}{10} \times \left(3 \times 18 + \frac{400}{10} + 15\right) = 10.9 \; t/m^2.$$

$$P3 = (\gamma \; RK + 0.5)$$

$$K = 0.75$$

$$P3 = (2.5 \times 18 \times 0.75 + 0.5) = 34.25 \; t/m^2$$

$$\therefore P_{min} = 10 \; t/m^2$$

$$\therefore P_{used} = 10 + 1 = 11 \; t/m^2$$

Time of Casting = 4/18 x 60 = 13.3 min .

وهذه الفترة صغيرة ويمكن فرض أن توزيع الضغط خطى مثل السائل .

ج - ضغط الخرسانة الجانبى للحوائط طبقاً لـ ACI Committee 347 .

- للحوائط ذات معدل صب (R) لايزيد عن 7 قدم/ساعة يؤخذ الضغط الأقل من الثلاثة ضغوط التالية :

$$P1 = 150 + \frac{9000 \; R}{T}$$ رطل / بوصة²

$$P2 = 2000$$ رطل / بوصة²

$$P3 = 150 \; H$$ رطل / بوصة²

- حيث T درجة الحرارة بالفهرنهيت وH ارتفاع الحائط بالقدم وR معدل الصب للخرسانة بالقدم فى الساعة .

- للحوائط ذات معدل الصب يتراوح بين 7 ، 10 قدم / ساعة يكون الضغط هو الأقل من :

$$P1 = 150 + \frac{43400}{T} + \frac{2800 \; R}{T}$$ رطل / بوصة²

$$P2 = 2000$$

$$P3 = 150 \; H$$

- للحوائط ذات معدل الصب أكبر من 10 قدم / ساعة يكون الضغط كما يلى :

$$P = 150 \; H$$ رطل / بوصة

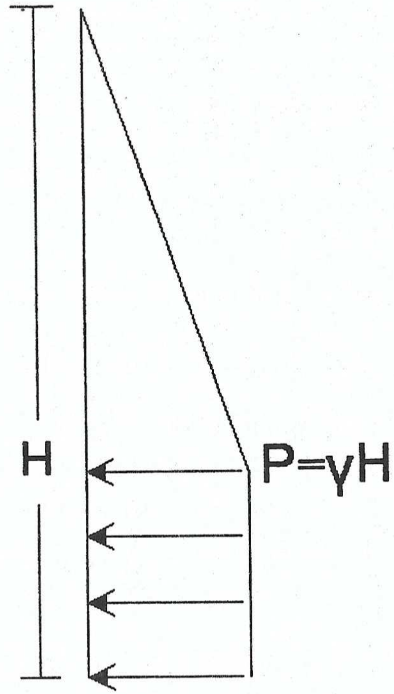
د - ضغط الخرسانة الجانبى للأعمدة طبقاً لـ ACI Committee 347 .
يؤخذ الضغط الأقل (p min) من المعادلات التالية فى حالة الخرسانة عادية الوزن .

$$P1 = 150 + \frac{9000 \; R}{T}$$ رطل / بوصة²

$$P2 = 3000$$ رطل / بوصة²

$$P3 = 150 \; H$$ رطل / بوصة²

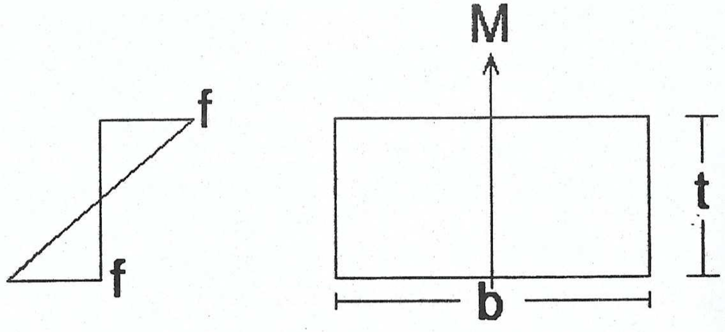
المعادلات السابقة تستخدم للأعمدة ذات البعد الأدنى الأقل من أو يساوى ستة قدم ومازاد على ذلك تستخدم معادلات الحوائط . حيث أن خرسانة الأعمدة تكون أقرب للسائل فإن ACI تفرض أن توزيع الضغط خطى حتى الوصول للضغط المحسوب بالمعادلات السابقة ثم يظل ثابت حتى نهاية الشدة كما فى شكل رقم (7 - 11) .



شكل رقم (7 - 11) توزيع الفرضى للضغوط .

7 - 6 - 3 أسس تصميم أعضاء تتعرض لعزم إنحناء وقص :

- يتم إختبار النظام الإنشائى هل سيكون كمرة بسيطة أم كمرة مستمرة وبحرها L.
- يتم حساب عزم الإنحناء وقوى القص .
- يحسب إجهاد الإنحناء الواقع على القطاع كما بشكل رقم (7 - 12) .



شكل رقم (7 - 12) توزيع اجهادات الإنحناء

$$f = \frac{M \cdot y}{I}$$

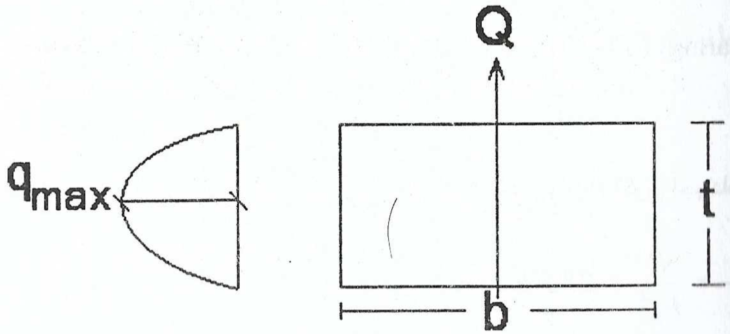
Or

$$f = \frac{6\,M}{bt^{2}}$$

هذا الإجهاد يجب أن يكون أقل من إجهاد الضغط المسموح بة الموازى للألياف (56 أو 70 كجم/سم²)

يحسب إجهاد القص كما بشكل رقم (7 - 13) .

$$q_{max} = 1.5\,\frac{Q}{bt}$$



شكل رقم (7 - 13) توزيع اجهادات القص .

وهذا الإجهاد ويجب أن يكون أقل من أو يساوى الإجهاد المسموح بة ويساوى 7 كجم/سم² .
يحسب الترخيم (Δ) كما يلى :
أ - فى حالة كمرة بسيطة معرضة لحمل منتظم (w) .

$$\Delta_{max} = \frac{5}{384}\frac{wL^4}{EI}$$

فى حالة كمرة مستمرة .

$$\Delta_{max} \cong \frac{3}{384}\frac{wL^4}{EI}$$

- الهبوط الأقصى يجب أن يكون أقل من الهبوط المسموح به (ترخيم Decking) أى لايزيد عن $\frac{Span}{270}$ فى حالة التشطيب العادى .
- ترخيم Decking يجب أن لايزيد عن $\frac{Span}{360}$ فى حالة التشطيب الجيد .
- ترخيم الكمرات (Walling & Joists) يجب أن يكون أقل من 3.00 مم وذلك للكمرات التى بحرها أقل من 1.50 متر .
- وفى حالة الكمرات التى يكون بحرها يساوى أو أكبر من 1.50 متر يكون الترخيم المسموح بة = 6 مم .

ويلاحظ أن التصميم على الترخيم يكون هو الحكم فى تصميم Decking فى حالة البلاطات وال Sheeting فى حالة الحوائط والأعمدة .

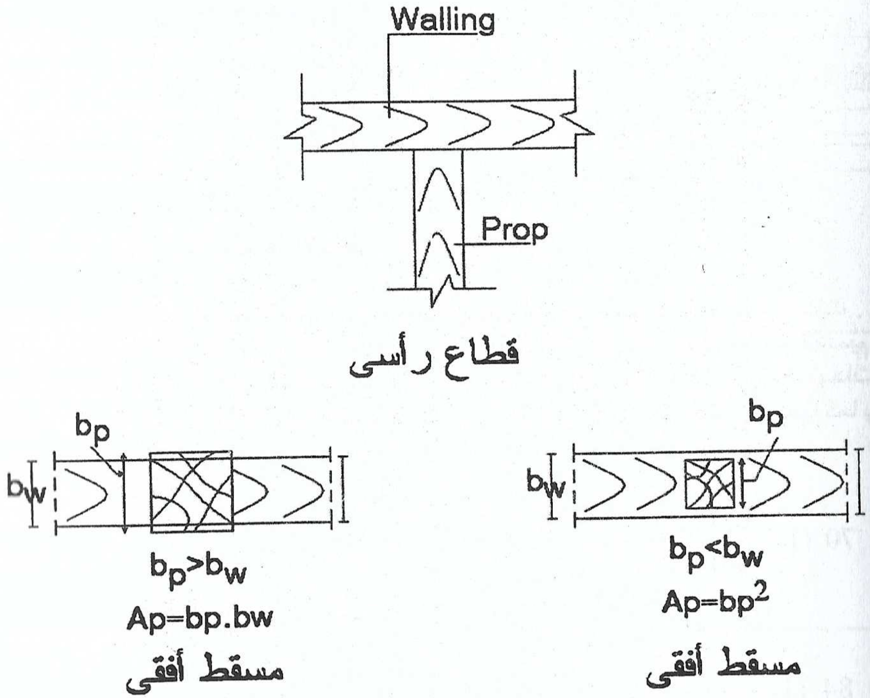
7 - 6 - 4 أسس تصميم الأعضاء التى ترتكز مباشرة على الأخشاب .

عندما ترتكز كمرة خشبية على عمود من الخشب فإن إجهادات التحميل (الإرتكاز) (bearing) f_b قد تكون حرجه وقد تسبب تفتت فى الأخشاب يتبعها إنهيار ولذلك يجب إتباع ما يلى :

- يحسب الحمل المنقول من الكمرة للعمود (p) .
- فى حالة ما يكون عرض العمود (b_p) أقل من عرض الكمرة الخشبية (bw) تكون إجهادات التحميل (f_b):

$$f_b = \frac{P}{A_p} = \frac{P}{b_p^2} \le 28\ Kg\ /\ cm^2$$

أنظر شكل رقم (7 - 14) .



شكل رقم (7 - 14) اجهادات الإرتكاز (التحميل) .

وهذه الإجهادات يجب أن تكون أقل من أو تساوى الإجهاد المسموح بة فى التحميل (bearing) .

- فى حالة ما يكون عرض العمود أكبر من عرض الكمرة الخشبية تكون إجهادات التحميل كما يلى:

$$f_p = \frac{P}{A_P} = \frac{P}{b_w . b_p} \le 28\ Kg\ /\ cm^2$$

وعموماً فإن الإجهادات المسموح بها للأخشاب بنوعيها تكون كما يلى فى جدول (7 - 3) .

جدول رقم (7 - 3) يحتوى على الإجهادات المسموح بها للأخشاب .

نوع الخشب	اجهاد ضغط موازى للألياف فى الإنحناء	اجهاد ضغط إنحناء عمودى على الألياف	إجهاد شد كجم/سم2	قص موازى للألياف كجم/سم2	إجهاد ضغط محورى كجم/سم2	معاير مرونة E طن/سم2

	كجم/سم^2	كجم/سم^2				
1	70	24.5	105	7	84	110
2	56	17.5	84	7	70	94

7 - 6 - 5 تصميم أعضاء الضغط :

- يجب على المهندس تصميم القوائم التى تتحمل أحمال الضغط المنقولة إليها من الشدات . ولتصميم القوائم الرأسية المصنوعة من قطاعات الصلب المختلفة فيرجع فى تصميمها لمرجع تصميم قطاعات الصلب ، وبالنسبة للقطاعات الخشبية وبفرض أن حمل القائم (P) فيجب أن تكون الإجهادات المنقولة للقائم أقل من أو يساوى الإجهادات المسموح بها فى الإنبعاج (fpb) والتى يمكن حسابها كما يلى :

لخشب درجة ثانية .

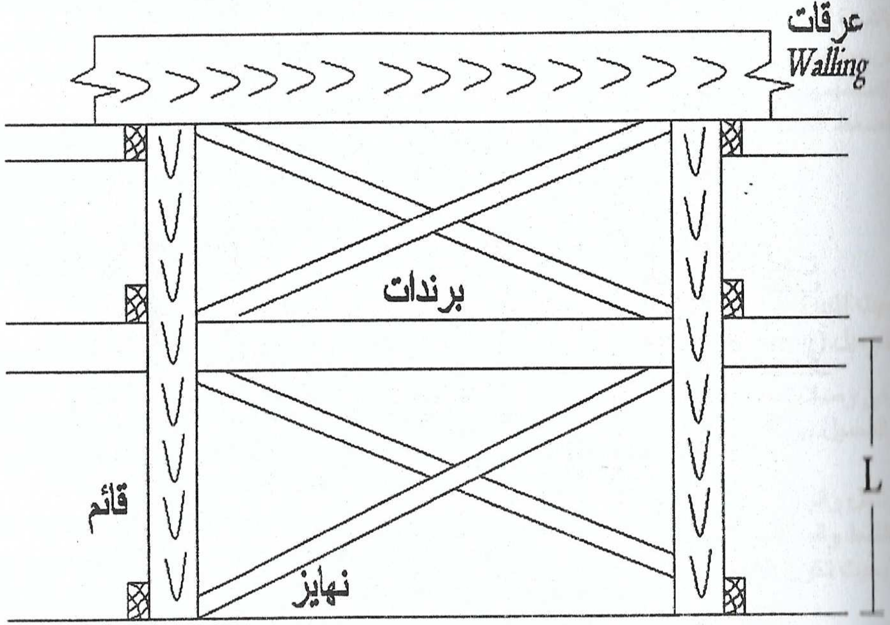
$$f_{pb} = 70\ (1 - \frac{L}{80\ b})$$

لخشب درجة أولى .

$$f_{pb} = 84\ (1 - \frac{L}{80\ b})$$

حيث L طول القائم الغير ممسوك و b العرض الأدنى لقطاع الخشب .

ويجب على المهندس تربيط القوائم فى اتجاهين متعامدين وعمل وصلات جيدة لمنع حركة العمود وفى تلك الحالة يكون الطول الغير ممسوك شكل رقم (7 - 15) = L .



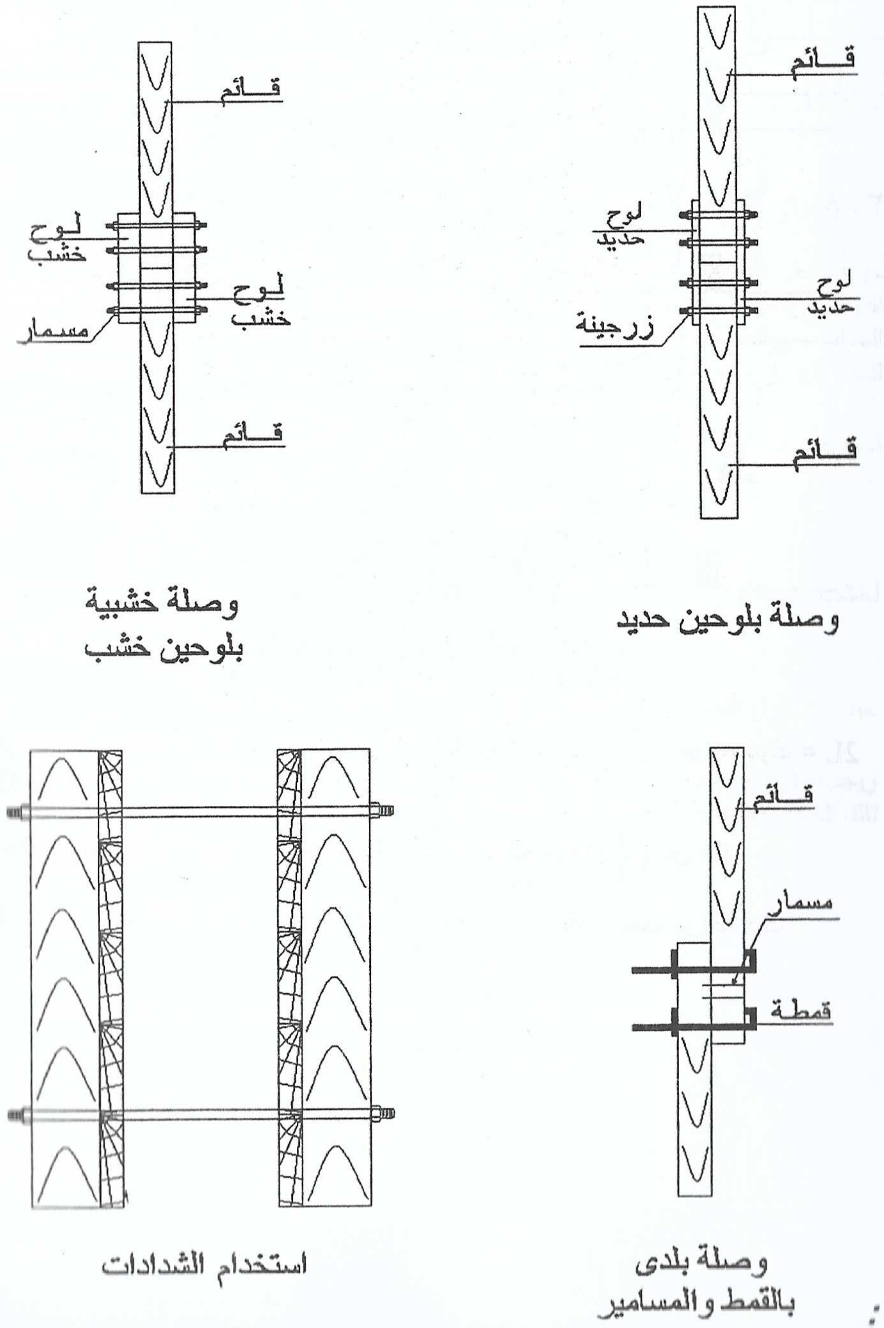
شكل رقم (7 - 15) تربيط القوائم وطول الإنبعاج .

وإذا لم يكن المهندس متأكد من التربيط الجيد ففى تلك الحالة يمكن إستخدام طول غير ممسوك = 2L وهذا ما نوصى به

فى أى حال من الأحوال لا يجب أن تزيد نسبة النحافة للقوائم الخشبية ($\frac{L}{b}$) عن 50

فى حالة تعرض العمود لإجهادات تحمل (ارتكاز Bearing) من الكمرة يجب مراعاة ذلك

7 - 6 - 6 وصلات الشدات الخشبية



شكل رقم (7 - 16) توضح بعض من وصلات الأخشاب

بالنسبة للوصلات والتربيطات بين أجزاء الشدات الخشبية فيوجد العديد من الوصلات والمواد المساعده من مسامير وأسلاك و Bolts وزراجين وقمط ويمكن الرجوع لمرجع متخصص فى تلك الوصلات وتصميمها ويلاحظ أن الشدادات والزراجين يتم تصميمها على الشد حيث يحسب حمل الشداد من الضغط الجانبى للخرسانة وليكن (T) فتكون مساحة الشداد

$$At = \frac{T}{fsall}$$

حيث fsall = إجهاد صلب التسليح المسموح به ويجب حساب مساحة الوردة الحديد على إجهادات التحميل (bearing) .

وفى وصلات القص يحسب عدد الـ bolts على قوى القص الواقعه على الـ bolt وإجهاد القص والتحميل بين الـ bolt والخشب .

وشكل رقم (7 - 16) يوضح أمثلة لبعض الوصلات ويجب التنبية على عدم إستخدام الوصلات البلدية بالقمط والمسامير (وأحياناً يضاف تربيط بالحبال لها) إلا بعد إستخدام عدد كاف من القمط والمسامير وبحيث تكون الأحمال خفيفه .

7 - 6 - 7 تصميم أعضاء التربيط (Bracing) :

يتم وضع أعضاء تربيط فى بعض بواكى الشدات لتنقل الأحمال العرضية للأرض أو للأسقف ويجب تصميم تلك الأعضاء للتتحمل القوى الداخلية الناتجة عن القوى العرضية التالية .

أ - القوى العرضية لشدة البلاطات :

يتم تصميم أعضاء التربيط لتتحمل الحمل الأفقى الأكبر من :

(1) 150 كجم/م من البلاطات .

(2) قوة قدرها إثنين فى المائة من الحمل الميت للبلاطة موزعة على طول البلاطة .

(3) قوة الرياح فى حالة وجود كود محدد لقيمتها

ب - القوى العرضية لشدة الحائط :

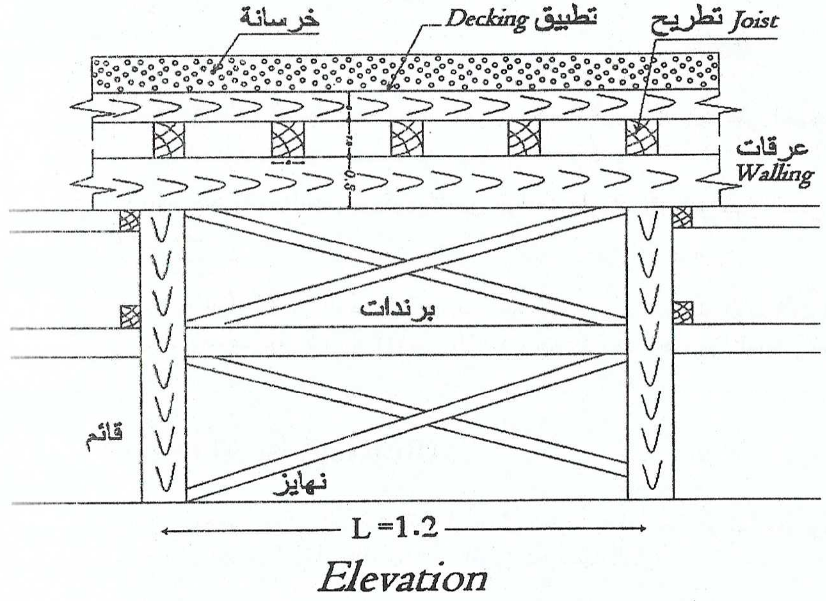
يتم تصميم أعضاء التربيط لتتحمل الحمل الأكبر من .

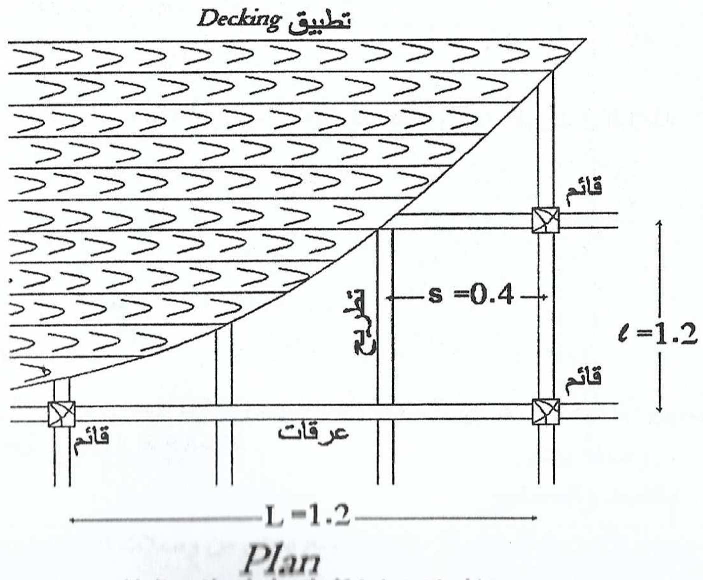
(1) 150 كجم/م عند القمة .

(2) قوى الريح المنصوص عليها بالكود وبحيث لايقل إجهاد الريح عن 73 كجم/م^2 ويوضع على هيئة حمل موزع على إرتفاع الحائط .

8 - 6 - 7 أمثلة على تصميم شدات الأسقف . *Solved Examples*

صمم شدة خشبية لزوم سقف لصب بلاطة لاكمرية سمكها 25 سم إذا علم أن المسافة بين الأعمدة الخرسانية 5 متر فى الإتجاهين إذا علم أن الصب سيتم بالطريقة التقليدية. انظر شكل (17-7).

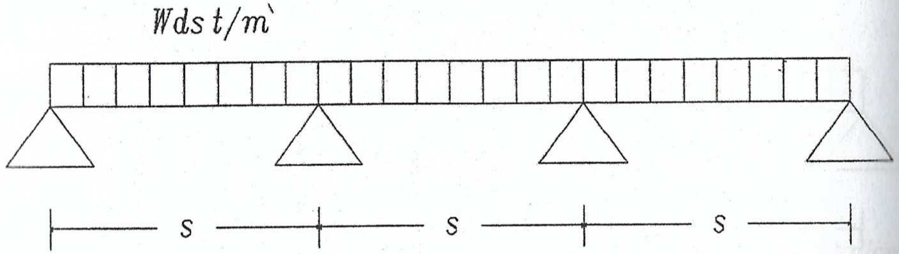




شكل (17-7) شكل تخطيطى لشدة المثال

1 - Design of Decking :

- assume section 10 x 3.8 cm
- assume Spacing of joists S = 40 cm .



Loads .

- assume unit weight of wood	=	0.9 t/m^3 .
Wo = own wt	=	1 X 0.038 x 0.9 = 0.0342 t/m.
D.L of slab	=	0.25 x 2.4 = 0.60 t/m
L.L of slab =	=	0.3 t/m
Wds = 0.9342 t/m		(traditional method) .

Design is Controlled mainly by allowable deflection .

Allowable deflection $= \frac{span}{270} = \frac{40}{270} = 0.148 \; cm$

Deflection of simple beam $= \frac{5 wS^4}{384 \; EI}$

Deflection of Continuous beam $= \frac{3wS^4}{384EI}$

Assume E wood = 100 t/cm^2 .

$$= \left[\frac{3\times0.9342\times0.4^4\times12}{384\times100\times100\times1(0.038)^3}\right]\times100 = 0.004cm \qquad OK$$

Check of stresses safe

$M = \frac{wl2}{10} = 0.942 \text{ X } 0.4^2 / 10 = 0.01507 \text{ t.m}$

$f = \text{Stress} = 0.01507 \text{ X } 10^5 \text{ X } 1.9 / 100 \text{ X } 3.8^3 / 12 = 6.5 \text{ kg/cm}^2$

OK

Q = 0.6 X 0.4 X 0.9342 = 0.224 ton

$$f = \frac{6M}{bd^2} = \frac{6 \times 0.0504 \times 10^5}{10(5)^2} = 121.0$$ un safe

use = $f = 55\ kg/cm^2$

$$55 = \frac{6 \times 0.0504 \times 10^5}{10(t)^2} = 7.4\,cm \quad use \quad 10cm \times 7.62cm$$

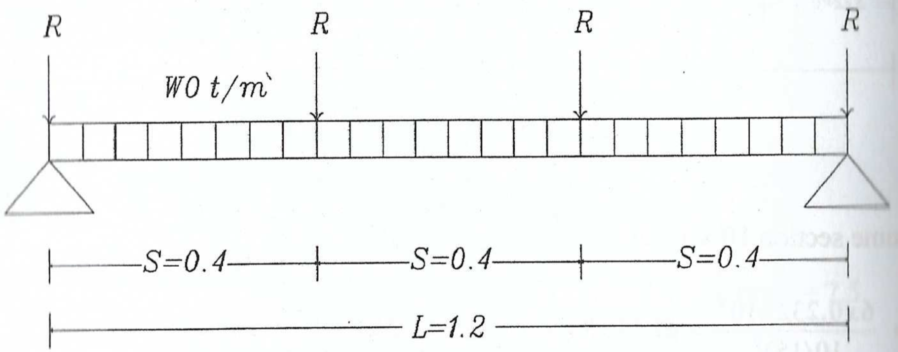
$$q = \frac{3}{2}\ \frac{Q}{bd} = 1.5 \times \frac{252}{10 \times 7.62} = 5.0 kg / cm^2$$

Ok qall 7 kg/cm²

3 - Design of walling (ledgers) .

سنفترض أننا سنرص كل 0.40 متر .

Assume main system is simple beam and use loading case that yields maximum moment .



case (1

Loading :

Case (1) . as given arrangement . assume section 5x 10 cm

W0 = own weight = 0.0045 t/m`

Reaction to welling = R

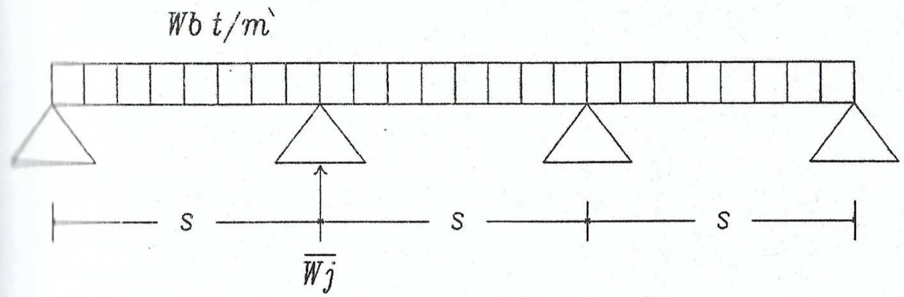
R ≅ 1.1 wj x 1.2 = 1.1 x 0.35 x 1.2 = 0.462

Mmax = 0.0045 x $(1.2)^2$ / 8 + 0.4 R

Mmx = 0.18561 t.m

q = 1.50 Q / A = 0.9 kg/cm²

Load of joists to be used in beam design is Wb



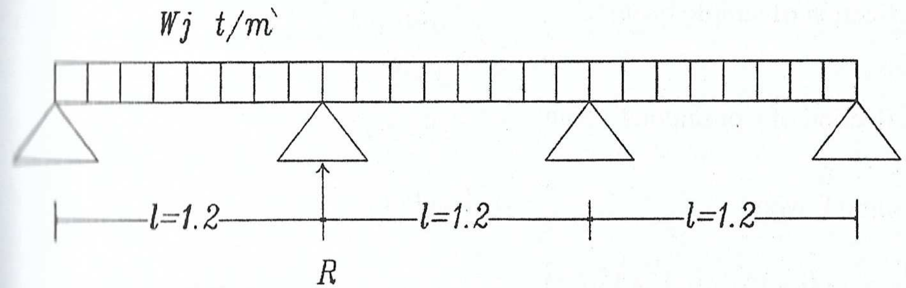
Wb = Wds – 0.5 L.L = 0.9342 - 0.15 = 0.7842 t/m

Load transferred to joists = $\overline{Wj}$

$\overline{Wj}$ = 1.1 X Wb x S = 0.345 t/m

4 - Design of Joist :

Joist is continuous beam with span = 1.2 m .



Assume section 10 x 5 cm

Own wt = 0.1 x 0.05 x 0.9 = 0.0045 t/m .

Wj = $\overline{Wj}$ + Own wt = 0. 35

$$M = \frac{0.35\,(1.2)^2}{10} = 0.0504$$

Q = 0.6 wj X L = 0.252 ton .

P = load of prop = 1.1 (2 Q. f walling = 1.1 x 2 x 0.7 = 1.54 ton)

فرضنا إستمرارية الحائط .

Design for bearing.

$f_b \le 28\ kg/cm^2$.

عندما يكون prop مساحة مغطاه بالكامل داخل الكمرة أو على حدها .

$$\text{Area required} = \frac{1.540}{fb}$$

$$\text{Area} = \frac{1.54 \times 1000}{28} = 55\ cm^2$$

bp = 7.50 cm .

To be taken 7.5 x 7.5 cm .

Width of the beam = bw > bp Ok

check of bucking .

$$fpb = 70\ (1 - \frac{L}{80\ b})$$

L = bucking length = 2 m b = width of the prop = 7.5

Four our case L = 200

$$L/b = \frac{200}{7.5} \cong 27$$

$$Fpb = 70\ (1-\frac{27}{80}) = 46.375 > 28$$ Ok .

استخدم حالة عدم التربيط الجيد .

Use L = 4 m

l/b = 400 / 7.5 = 53

Fpb = 70(1-53 / 80) = 24 Kg/cm^2

Prop area = 1540 / 24

Use Prop 8X8 cm

مثال على تصميم الشدات الرأسية :

Qmx = R + 0.0045 x 0.60 = 0.465

Case (2)

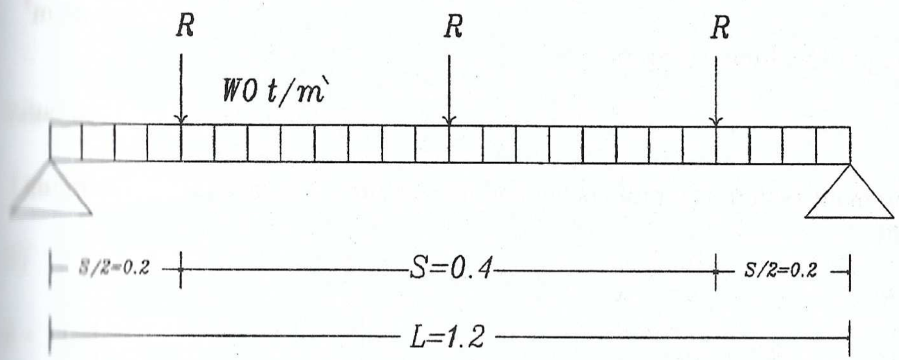
$Mmx = 0.0045 \times (1.2)^2 / 8 + 1.5\ R\ (0.6) - R(0.4) = 0.232\ t.m$

Q = 1.5 R + W0 (L/2) = 0.70

- It is clear that case 2 is worst

For section 5 x 10 cm .

$f = M.y / I = 278.4\ Kg/cm^2$ Not safe



case 2

Assume section 10 x 15 cm

$$f = \frac{6x0.232\ x10^5}{10(15)^2} = 62 \quad Kg/cm^2 \quad \text{Not OK}$$

Use section 10 x 17.5 .

Then $f = 46\ kg/cm^2$ O.K

$$q = 1.5\ \frac{Q}{bd} = \frac{1.5x70}{10x17.5} = 6 \quad Ok$$

4 - Design of props تصميم القوائم

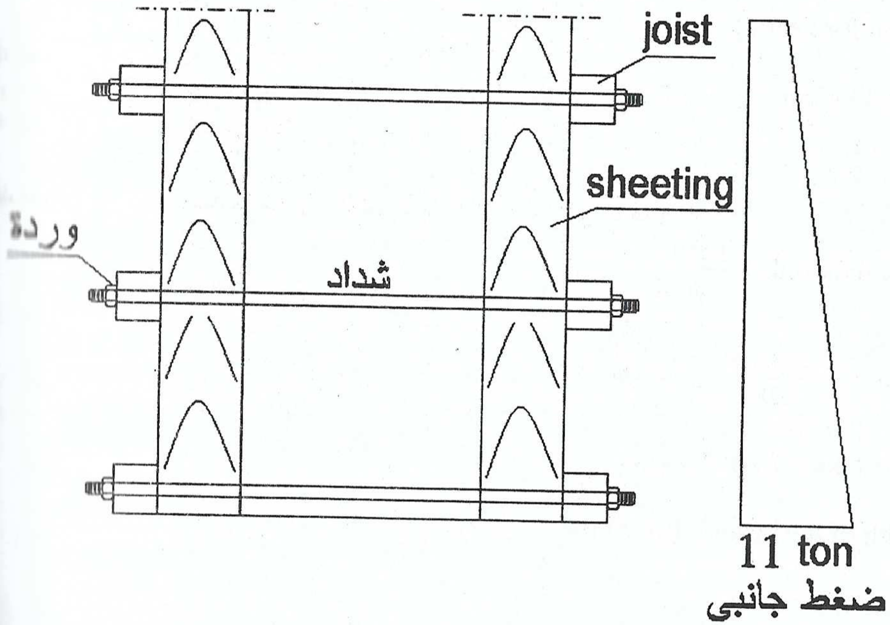
- Free height = 4.0 ms.

Assume bracing levels at one and two thirds.

Lb = 1.33 (buckling length) to be used = 2.00 m

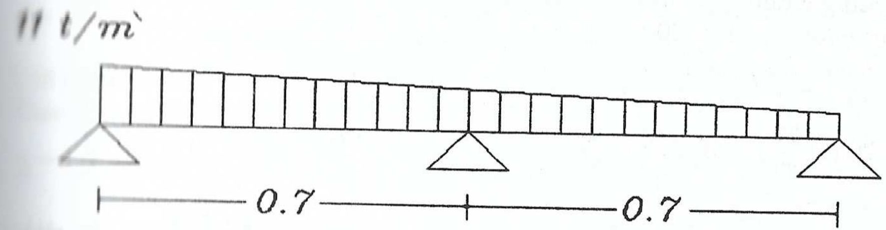
- بالنسبة للمثال المذكور فى بند (7 - 6 - 1 - 2) .

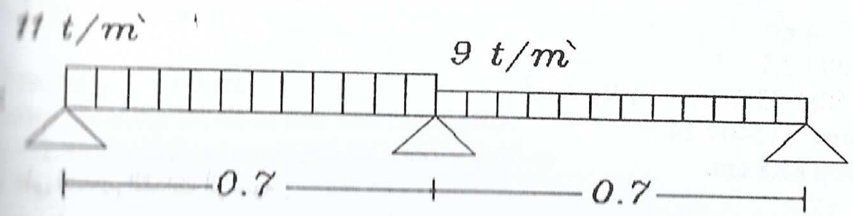
صمم الشدة الخشبية لعمود 0.40 × 0.40 × 4.00 م .



Design of sheeting .

Assume spacing of joists = 0.70m





تحميل مكافئ

- يصمم الـ sheeting ككمرة مستمرة بتقسيط إبتدائى 0.70 متر .

- يتم التصميم على الترخيم المسموح بة Δ

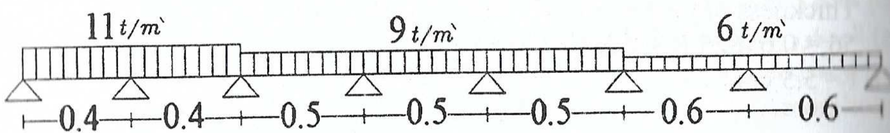
Deflection of Continuous beam $= \dfrac{3wL^4}{384EI}$

Assume E wood $= 100\ t/m^2$.

$$= \left[\frac{3\times 11\times 0.7^4\times 12}{384\times 10^6\times 1(0.038)^3}\right]\times 100 = 0.0045m = 0.45cm$$

Δ all $= L/270 = 70/270 = 0.26$ Not OK

- سيتم التصميم على ركائز المسافات بينها متغيرة طبقاً لتغير الضغط .



Use L = 0.4

$\Delta = 0.05$ cm

Δ all $= 0.15$ OK

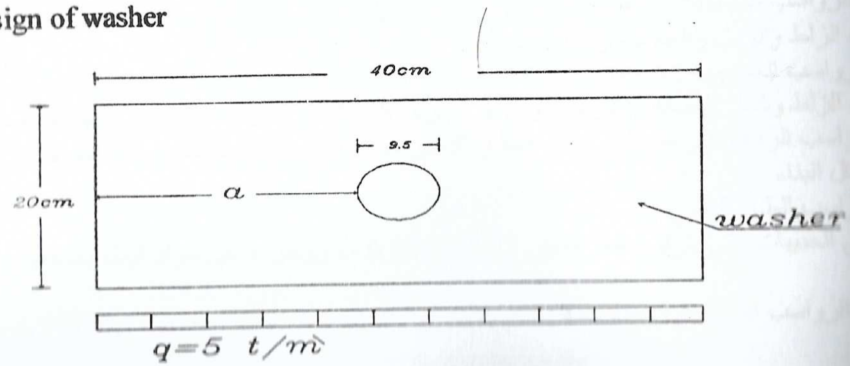
$M = 11\,(0.4)^2 / 10 = 0.176$ t .m

$f = 73 > 56$ not OK .

Use thickness = 4.42 cm .

$f = 55\ kg/cm^2$ OK.

-Design of washer



R = Reaction of tie

$R = 1.15 \times 11 \times 0.4 = 5.06$ t/m.

$R = 5.06 \times 0.4 = 2$ t / tie

Design for bearing stress of 28 kg/cm^2

Area of washer = A

$A = R/28 = 2000/28 = 71$ cm^2

Diameter of washer = 9.5 cm .

Design of joist .

بفرض أن التسمير عند الأطراف ضعيف وأنها ستعمل ككابولى .

$q = 2$ ton / 0.4 = 5 t/m

$a = (0.4 - 0.095/2) = 0.15$ m .

$M = 5\,(0.15)^2 / 2 = 0.05625$ t.m.

Thickness of joist = t

$56 = 0.05625 \times 10^5 \times 6 / (20\, t^2)$

$t = 5.5$ cm .

Design of tie .

Area of tie = R / f s = 2000 / 1400 = 1.43 cm^2

Use bar of net diameter of 14 mm .

الباب الثامن

الأحجار STONES

الصخور هى المواد المكونة للقشرة الأرضية ويتم إستخراجها بالتفجير أو بالقطع بالمناشير أو بوضع قطع خشبية فى شقوق وتشبيعها بالماء ليزداد حجمها وتؤدى الى تفتت الأحجار وتوجد عدة تقسيمات لصخور القشرة الأرضية أكثرها مناسبة للإستخدامات الهندسية التقسيم الجيولوجى للصخور :

8 - 1 التقسيم الجيولوجى Geological Classification

8 - 1 - 1 الصخور النارية : Igneous Rock

وهى تكون أصل 95% من القشرة الأرضية حيث أنها مصدر الأنواع الأخرى من الصخور . والصخور النارية تتكون فى باطن الأرض تحت تأثير الضغوط والحرارة الشديدة وهى تنقسم الى :

(أ) الصخور الجوفية Extrusive :

وهى التى توجد على عمق كبير مثل الجرانيت وهى صخور بلورية .

(ب) صخور الأعماق المتوسطة Shallow Intrusive مثل بوفير الكوارتز .

(ج) الصخور البركانية Intrusive .

وهى توجد بالقرب من سطح الأرض مثل البازلت حيث تبرد بسرعة مما يجعل تكوينها البنائى زجاجى (Amorphous) .

8 - 1 - 2 الصخور الرسوبية : Sedimentary Rocks .

وتنقسم الى عدة أنواع هى :

(أ) الرواسب الميكانيكية :

وهى تنتج من تفكك وتفتيت جميع أنواع الصخور الأخرى ثم تنقل بعوامل التعرية مثل الماء والريح أو الجاذبية لتترسب فى أماكن أخرى وهى إما أن تكون مفككة أو متلاحمة :

1- الرواسب الميكانيكية المفككة :

مثل الزلط والرمل والحصى والطين والطمى ونوضحها فى ما يلى :

- الرواسب الحصوية :

مثل الزلط وكسر الأحجار قطرها أكبر 4.7 مم وتستخدم كركام للخرسانة وفى صناعة الطوب

- رواسب الرمال هى الرواسب ذات القطر الأكبر من 0.01 مم وتستخدم كركام للخرسانة وفى أعمال البناء .

- رواسب الطين الطمى :

وهى الحبيبات التى يتراوح قطرها بين 0.01 و 0.005 مم ووجودها فى مواد البناء يضعفها .

2 - الرواسب الميكانيكية المتلاحمة :

وهى رواسب ميكانيكية تلاحمت مثل الحجر الرملى والحجر الطينى وهى تلاحمت بمواد لاحمة مثل السليكا والكالسيت .

ب ـ الرواسب الكيميائية :

وهى تنتج من عمليات التبخر والتفاعلات الكيميائية مثل الدولوميت والصوان والجبس .

ج ـ الرواسب العضوية :

وهى الرواسب التى أساسها عضوى مثل الطباشير والفحم البيتومينى ووجود هذه الرواسب غير مرغوب فيها من الجهة الإنشائية حيث تعتبر مواد ضعيفة سواء فى مواد البناء أو الأساسات .

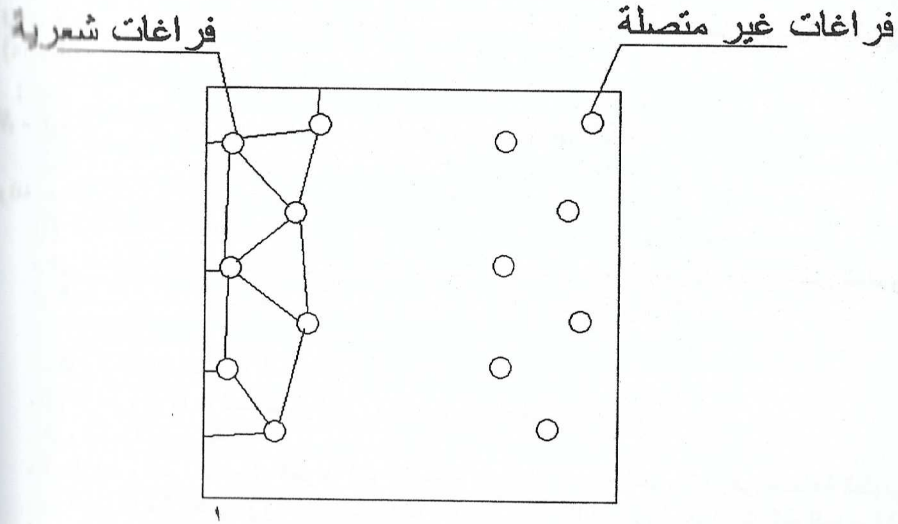
8 - 1 - 3 الصخور المتحولة : Metamorphic Rocks

وهى صخور رسوبية تحولت لصخور بلورية تحت تأثير عوامل الضغط والحرارة والزمن مثل الرخام والأردواز .

8 - 2 بعض خواص الأحجار والصخور :

8 - 2 - 1 الفراغات : Voids

تحتوى الصخور على فراغات تنقسم الى (شكل رقم 8 - 1) .



شكل رقم (8 - 1)

ـ فراغات غير متصلة : Impermeable Pores

وهى الفراغات التى لاتتصل ببعضها ولا تتصل بالسطح الخارجى وهى فراغات لاتؤثر تقريبا على تحمل الأحجار (Durability) .

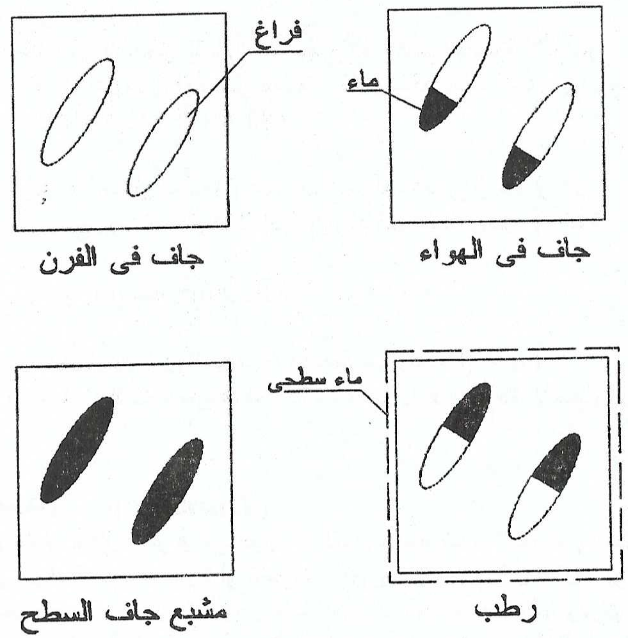
ـ الفراغات الشعرية : Capillary Pores .

وهى الفراغات الدقيقة التى تتصل ببعضها وتتصل بالسطح الخارجى وكلما زادت نسبتها زاد إمتصاص الحجر وسهل دخول المواد الكيميائية والغازات الضارة داخل الحجر .

وعموماً كلما زادت نسبة الفراغات تقل مقاومة ضغط الحجر وتحمله عند تناول الأحجار سوف يتم إستخدام الخواص والمفاهيم والتى سنستعرض بعضها فى ما يلى :

8 - 2 - 2 رطوبة الأحجار :

سواء فى الموقع أو المعمل نجد أنه توجد مياه داخل الأحجار أو على سطحها ولرطوبة الأحجار حالات سنذكرها فى مايلى ، انظر شكل (8 -2):



شكل (8 -2) حالات رطوبة الأحجار .

(1) جاف فى الهواء (Air dry) حيث يكون شكل الحجر جاف خارجياً ولكن الفراغات فى الداخل بها ماء ويرى الجفاف بالعين .

(2) مشبع ذو سطح جاف (Saturated Surface dry) .

وفيه يكون الحجر جاف من على سطحة الخارجى ولكن فراغاتة مليئة تماماً بالماء وهذه حالة معملية تتحقق بغمر الحجر فى الماء لمدة 48 ساعة ثم يوضع فى ماء يغلى لفترة قياسية ثم يبرد ويجفف السطح الخارجى بقطعة منديل ورق أو قطعة من النسيج ..

(3) حالة الجفاف بالفرن : Oven dry

وهى حالة معملية حيث لاتوجد مياة سواء على سطح الحجر أو فى فراغاته وتتحقق عن طريق وضع الحجر فى فرن درجة حرارتة قياسية (105°) ويستمر فى الفرن حتى يثبت وزنة .

(4) مبلل Wet .

وفية يكون السطح والفراغات بها كمية من الماء وهى حالة موقعية .

3 - 2 - 8 الإمتصاص : Absorption .

(1) الإمتصاص الطبيعى :

وهو يعبر عن إمتصاص الأحجار للماء الموضوعة فيه .

الإمتصاص الطبيعى = (وزن الأحجار بعد الغمر – وزن الأحجار جافة فى الفرن / وزن الأحجار جافة فى الفرن) × 100

وفترة الغمر تتوقف على نوع المواصفة وغالباً تكون 24 ساعة .

(2) الإمتصاص الكامل :

وهو يمثل إمتصاص الأحجار للماء ليملأ جميع الفراغات الداخلية للأحجار .

الإمتصاص الكامل = (وزن الأحجار مشبعة وذات سطح جاف – وزن الأحجار الجافة فى الفرن / وزن الأحجار الجافة فى الفرن) × 100

ويتم تحديد وزن الأحجار مشبعة وذات سطح جاف بغمر الأحجار فى الماء لمدة 48 ساعة ثم توضع فى ماء يرفع درجة حرارته للغليان ويترك فيها لمدة قياسية (خمسة ساعات) .

(3) معامل التشبع Saturation Factor .

معامل التشبع = (الإمتصاص الطبيعى / الإمتصاص الكامل) × 100

وكلما إقترب معامل التشبع من الواحد دل ذلك على قلة جودة الأحجار لزيادة نسبة الفراغات الشعرية .

4 - 2 - 8 التحمل Durability .

تتعرض الأحجار خلال عمرها فى المنشآت للبلل والجفاف أو تتعرض للغازات أو للسوائل التى تحتوى على مواد كيميائية ضارة أو تتعرض لقوى البرى والتآكل مثل سيرالمشاه أو العربات أو تتعرض للحريق . فإذا تحملت الأحجار تلك العوامل وإحتفظت بشكلها ولونها ومقاومتها ولم يحدث بها تفتت أو شروخ يقال أن تحملها جيد أما إذا تدهورت وحدث بها تآكل أو قلت مقاومتها أو فقدت لونها يقال أن تحملها سيئ ويمكن الرجوع لكتاب أساسيات تكنولوجيا الخرسانة للمؤلف لمعرفة المزيد عن هذه الخاصية .

5 - 2 - 8 مقاومة الضغط : Compressive Strength .

تتعرض الأحجار فى المنشآت لأحمال ضغط ويجب أن تكون إجهادات الضغط الواقعة على الأحجار أقل من مقاومة الضغط بمعامل أمان كاف ويتضح ذلك مما يلى :

إجهاد الضغط = قوة الضغط / مساحة المقطع العمودية على قوة الضغط كجم/سم^2 .

مقاومة الضغط تساوى أقصى إجهاد ضغط يتحملة الحجر ويحدث عندة انهيار فى الحجر

مثال :

مقاومة ضغط حجر (Fcu) = 200 كجم /سم^2 ، تم بناء عمود من الحجر مقطعه مربع عرضه (b) صمم أبعاد هذا الحجر إذا كان العمود يتعرض لقوة ضغط 100 طن .

الحل :

- مقاومة الضغط 200 كجم/سم^2 تعنى أن 1 سم^2 من الحجر تتحمل فى التحميل الإستاتيكى اللحظى حمل قدرة 200 كجم ويحدث عنده شروخ فى الحجر .
- لكى يكون العمود أمن يجب حساب عرضه (b) بحيث يكون إجهاد الضغط آمن ولذلك لانستخدم مقاومة الضغط وإنما نستخدم الإجهاد المسموح به (إجهاد التشغيل) .

إجهاد التشغيل = مقاومة الضغط / معامل أمان .

بفرض أن معامل الأمان = 5

إجهاد التشغيل = 5/200 = 40 كجم /سم^2 .

الإجهاد = قوة الضغط /المساحة = $b^2/ 1000 \times 100$.

b^2 = 100000/ إجهاد التشغيل . b^2 = 40/100000 b^2 = 2500 سم2 .

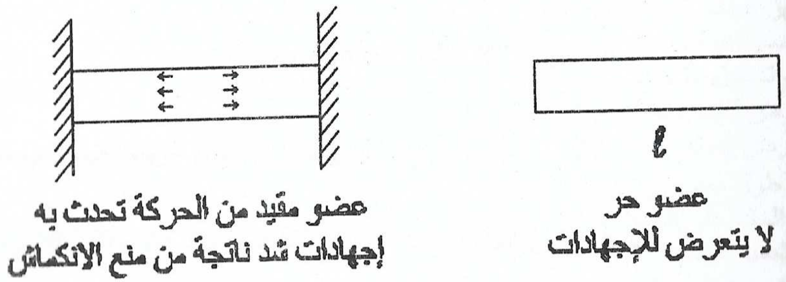
b= 50 سم .

وبذلك يكون عرض العمود 50 سم ويتعرض هذا العمود لإجهاد ضغط 40 كجم/سم^2 خلال عمره وكلما زادت مقاومة الضغط للحجر تتحسن أغلب خواصه .

6 - 2 - 8 إنكماش الأحجار : Shrinkage of Stones .

إن الأحجار أو أى مواد بناء أثناء عمر المنشأ تتعرض للرطوبة ونتيجة إرتفاع درجة الحرارة أو نقص الرطوبة تتعرض الأحجار للجفاف وخروج الماء الداخلى وينتج عن ذلك نقص فى أبعاد الأحجار (أى حدوث إنكماش) وإذا كانت الأحجار حرة الحركة فإنها لن تتعرض لأية إجهادات شد . أما إذا حدث تقييد للإنكماش نتيجة البناء وتربيطها مع حوائط أخرى وأعمده فتتولد إجهادات شد فى الأحجار ، وفى حالة زيادة إنكماش الأحجار تزيد إجهادات الشد وعند زيادتها عن مقاومة الأحجار للشد قد يحدث شروخ بها .

انظر شكل رقم (8-3)



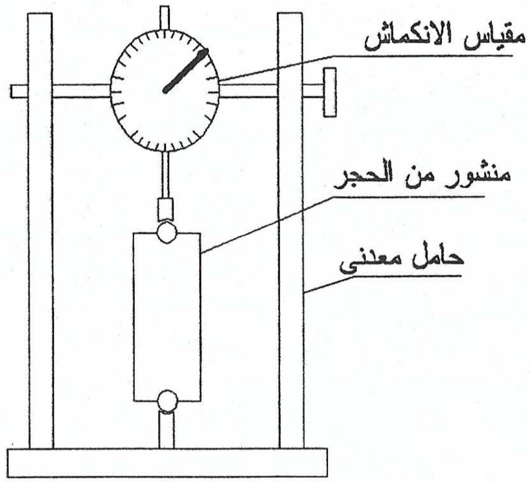
شكل رقم (3-8) تأثير تقييد الحركه على الأحجار .

ولذلك يجب على المهندس قياس إنكماش الأحجار وإختيار أقلها إنكماشاً وإستخدامه ويحدد الإنكماش للأحجار والطوب وغيره كما يلى :

- يحدد عدد عينات الحجر طبقاً للمواصفة (تكون العينه على هيئة منشور طوله فى حدود من 20 : 40 سم وتثبت كرتين من معدن لايصدأ فى نهاية المنشور (فى المركز) . والجهاز يحتوى على قضيب من مادة لاتصدأ (قضيب أنفار) طوله ثابت لضمان ثبات الجهاز فى وضعه الأصلى

- تغمر العينات فى الماء لمدة قياسية (غالباً خمسة أيام) .
- يقاس طول المنشور وليكن (Lw) .
- يتم تجفيف العينات فى فرن درجة حرارتة 105° م (حراره مناسبة لنوع المادة) لفترة قياسية (3 أيام) .

- تترك العينات لتبرد ويحدد الطول وليكن Ld .



شكل رقم (8-4) جهاز قياس الإنكماش أو التمدد .

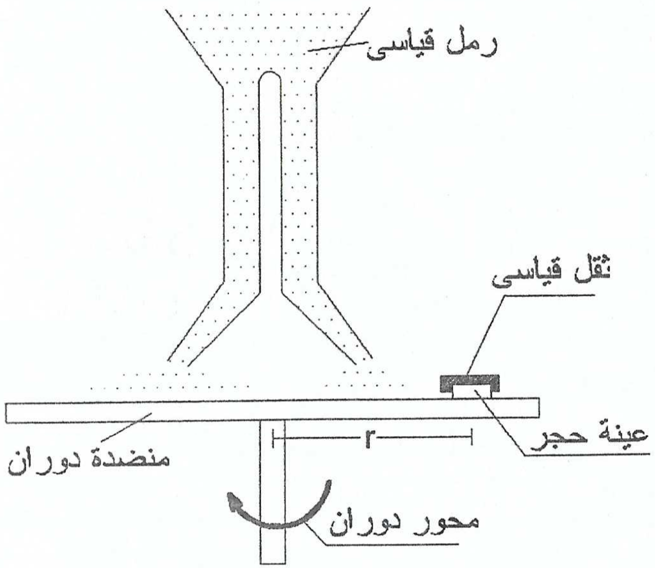
- يحسب النسبة المئوية لإنفعال الإنكماش = $\frac{Lw - Ld}{Ld} \times 100$

- تقارن النسبة السابقة بالمواصفات أو تقارن الأحجار لإختيار أقلها إنكماش . .

8 - 2 - 7 صلادة الأحجار : *Hardness of Stones*

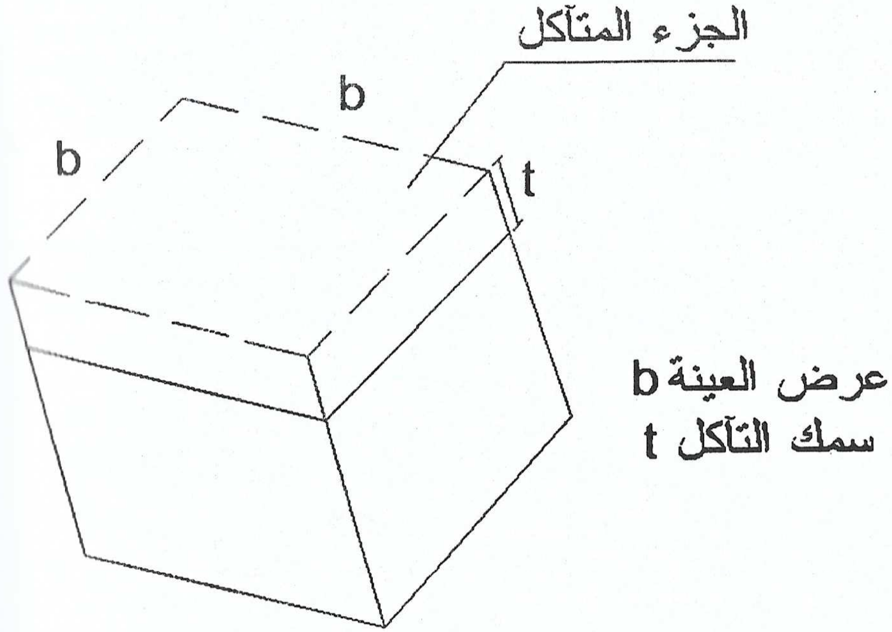
تتعرض الأحجار والبلاط والسيراميك لقوى برى ناتجه عن حركة المشاه أو العربات وأدوات الإنتاج فى المصانع وفى تلك الحالة يجب على المهندس إختيار الأحجار أو البلاط بحيث تكون صلادته عالية .
والصلاده هى الخاصية التى تعبر عن مقاومة المادة للتآكل نتيجة قوى الإحتكاك وهى الخاصية التى تعبر عن مقاومة المادة للخدش أو حدوث علامة بها .
ولقبول الأحجار التى تستخدم كارضيات يجب إجراء إختبار التآكل بالإحتكاك (Wear test) والذى يمكن تلخيصة فى ما يلى :

- تستخدم المنضده المبينة بشكل رقم (8-5) والتى تدور بمعدل قياسى (30 لفة / دقيقة) ويتم إنزال رمل قياسى لينتشر على المنضده وهذا الرمل يمر من منخل 0.60 مم وينحجز على منخل 0.45 مم .



شكل رقم (8-5) منضدة البرى بالإحتكاك .

- تجهز عينات من الأحجار بالعدد والأبعاد التى تنص عليها المواصفة .
- توضع العينة فى مكانها بالماكينة ويؤثر عليها بحمل قياسى يتوقف على المواصفة (1250 جم) .
- يتم تشغيل المنضده لتدور المنضده وتتعرض العينة للتآكل (يجب وضع وجه العينة العلوى المعرض للإحتكاك جهة سطح المنضده) .
- تتعرض العينة لعدد معين من الدورات تعتمد على المواصفة (1000 دوره وبعض المواصفات تحدد طول معين من الإحتكاك فيكون عدد الدورات = طول التجربة / $2\Pi r$.
- يتم الحكم على الصلاده بإستخدام طريقة من الطرق التالية وذلك طبقاً للمواصفة الدولية المتبعة
(1) تحديد الفاقد فى الوزن نتيجة الإحتكاك :
- يحدد وزن العينة قبل التجربة وليكن (W1) .
- يحدد وزن العينة بعد التجربة بعد تنظيفها (W2) .
- النسبة المئوية للفاقد فى الوزن = $\left(\frac{W2 - W1}{W1}\right) \times 100$.
(2) الفاقد فى سمك الطبقة السطحية للعينة .



شكل رقم (8-6) العينة بعد البرى .

- نحدد كثافة الطبقة السطحية للحجر أو البلاط (γ) .
- نحدد الفاقد فى الوزن = ΔW .

$$\Delta W = W1 - W2$$

- نحدد الفاقد فى السمك (t) (شكل رقم 8-6) من الفاقد فى الوزن كما يلى :

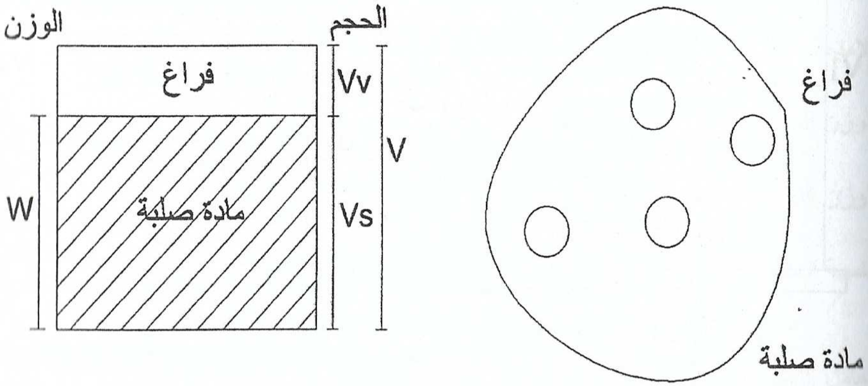
$$\text{Bulk unit weight} = \frac{\Delta W}{b^2 . t} = \gamma$$

بمعرفة الكثافة (γ) والفاقد فى الوزن نحدد الفاقد فى السمك (t) .

3 - معامل الصلادة : Hardness Factor

معامل الصلادة =(20 – الفاقد فى الوزن) /3 = 20 – ΔW بالجم /3

8 - 2 - 8 الوزن الحجمى والوزن النوعى :
Volumetric unit weight and Specific gravity



شكل رقم (8-7) رسم تخطيطى للحجروفراغاته .

شكل رقم (8-7) يوضح كتلة من الحجر الجاف وما بها من فراغات وكذلك الوضع المثالى لهذا الحجر حيث W تمثل الوزن الجاف ، V_v تمثل حجم الفراغات ، V_s حجم المادة الصلبة للحجر .

(أ) تعريف الوزن الحجمى . Unit Weight
الوزن الحجمى هو وزن حجم معين من الحجر (γ)
γ = ***وزن الحجر / حجم الحجر بما فية من فراغات .***

$$\gamma = \frac{W}{V} = t / m^3 \text{ Or } gm/cm^3$$

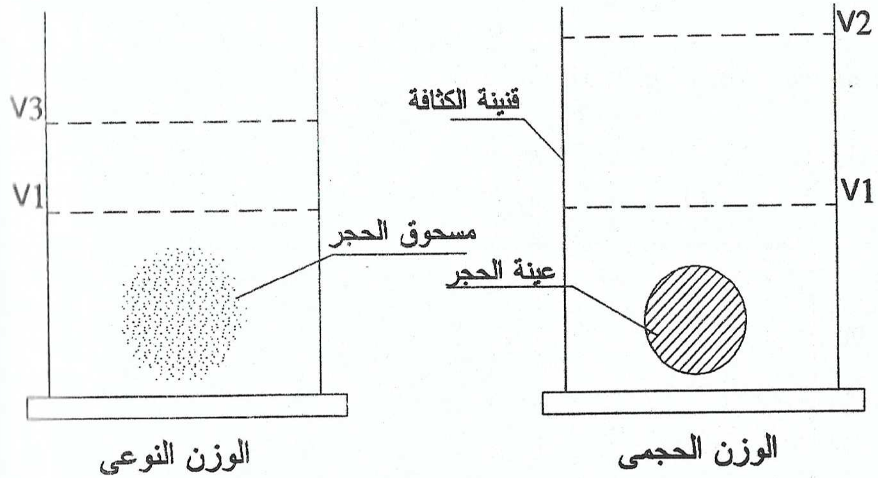
(ب) الوزن النوعى (Gs) Specific gravity .
الوزن النوعى هو كثافة المادة الصلبة بالنسبة لكثافة الماء .
كثافة الحجر / كثافة الماء = GS .

$$GS = \frac{\frac{W}{VS}}{1} = \frac{W}{VS}$$

وزن المادة / حجم المادة الصلبة = GS .

8 - 2 - 8 - 1 تحديد الوزن الحجمى والنوعى طبقاً للمواصفات المصرية والبريطانية، انظر شكل (8 - 8).

- يحدد وزن عدد معين من عينات الأحجار الجافه فى الفرن ويحدد وزنها وليكن W.
- يستخدم مخبار أو قنينة كثافة مدرجة ويوضع بة حجم معين من الماء وليكن V1 .



شكل رقم (8-8) تحديد وحدة الوزن والوزن النوعى .

- نضع عينة الحجر الجافة فى الإناء ونحدد حجم الماء وليكن (V2) .
- تؤخذ عينة أخرى من الحجر ويتم تحويلها لمسحوق ويوزن (W1) .
- يوضع المسحوق فى الإناء ويتم تقليب المسحوق لطرد الهواء المحبوس ونحدد قراءة حجم الماء وليكن V3 .

$$\gamma = \frac{W}{V2 - V1} t/m^3$$

$$GS = \frac{W1}{V3 - V1}$$

(بدون وحدات)

8-2-8-2 طريقة هيئة إختبار المواد الأمريكية : ASTM .

تطلق ASTM لفظ الوزن النوعى الشامل (Bulk Specific gravity) بديلاً للوزن الحجمى ولفظ الوزن النوعى الظاهرى (Apparent Specific gravity) بديلاً للوزن النوعى .
ويمكن حسابهما وحساب النسبه المئويه للفراغات الشعريه كما يلى :

8-2-9 اختبار الامتصاص والوزن النوعى للأحجار :

توضع عينات جافة فى الماء لمدة 48 ساعه ، ثم تعرض لماء مغلى لفترة قياسيه. ومنها نحدد النسبة المئويه للامتصاص الطبيعى والامتصاص الكامل ونسبة الفراغات ، بالإضافه إلى الوزن النوعى والحجمى طبقاً لمواصفات (ASTM) والتى ستذكر فكرتها فيما يلى:

1. تجفف العينه فى فرن التجفيف حتى يثبت وزنها، ثم توزن جافه وليكن وزنها (A).
2. تغمر عينة الأحجار فى الماء لمدة 48 ساعة ، ثم يجفف سطحها وتوزن (B).
3. تغمر الأحجار فى الماء ويرفع درجة حرارته بطريقة قياسيه ويترك فى الماء المغلى لمدة 5 ساعات ، ثم يبرد بطريقة قياسيه ، ثم يجفف سطحها وتوزن بعد تجفيف سطحها (C).
4. توزن العينه فى ماء فى درجة الحرارة العادية معلقة وليكن الوزن (D).

- الامتصاص الطبيعى:

$$\text{Absorption after immersion\%} = ((B - A)/A) \times 100 \quad \text{..............(1-6)}$$

- الامتصاص الكامل:

$$\text{Absorption after immersion and boiling\%} = ((C - A)/A) \times 100 \quad \text{.......(2-6)}$$

- الوزن النوعى الشامل:

$$\text{Bulk sp. gr. dry} = A/(C - D) = g_1 \quad \text{..............(3-6)}$$

- الوزن النوعى الظاهرى:

$$\text{Apparent sp. gr. dry} = A/(A - D) = g2 \quad \text{..............(4-6)}$$

- النسبة المئوية للفراغات الشعرية:

$$(C - A)/(C - D) \times 100 \quad \text{..............(5-6)}$$

- معامل التشبع = $\frac{\text{\% للامتصاص الطبيعى}}{\text{\% للامتصاص الكامل}}$ (موجودة فى المواصفات المصرية فقط)..(6-6)

وكلما كان الامتصاص الطبيعى متقارب مع الامتصاص الكامل، دل ذلك على زيادة نفاذية الخرسانة ، والعكس صحيح.

8 - 3 أحجار البناء المستخدمة فى مصر: Building Stone in Egypt

8 - 3 - 1 الجرانيت : Geraint .

هو حجر بلورى نارى يتكون من الكوارتز والفلسبار وبعض المعادن الأخرى . وهو ينقسم الى جرانيت بلوراته كبيرة وجرانيت بلوراته صغيرة وهو حجر ذو مقاومة عالية شديد الصلاده وتحمله عالى ونسبة فراغاته قليلة ومقاومة للحريق ضعيف خاصة ذو البلورات الكبيره .

ويتميز بألوان متعدده مثل الأحمر والوردى والأسود والرمادى ويوجد فى سلسة الجبال الشرقية على ساحل البحر الأحمر .

وفى شبه جزيرة سيناء وعلى سطح الأرض فى محافظة أسوان ويستخدم فى الواجهات والأرضيات الممتازه .

8 - 3 - 2 البازلت : Basalt .

وهو حجر نارى زجاجى البناء يتكون من الفلسبار والبيروكسيد لونة رمادى قاتم مائل للسواد وذو مقاومة ضغط عالية وصلادة عالية لذلك يستخدم كركام للخرسانة وفى أعمال الطرق والسكة الحديد .

8 - 3 - 3 الحجر الجيرى : Lime Stone .

وهو حجر رسوبى يتكون من كربونات الكالسيوم مع مواد أخرى ويمكن متابعة الأنواع التالية بناء على وجود مواد أخرى .

(1) حجر جيرى أبيض .
وهو حجر يتكون من كربونات الكالسيوم ونسبة فراغاتة عالية ومقاومتة للضغط ليست عالية لذلك لايستخدم كركام للخرسانة والنوعيات الجيدة تستخدم كطوب بناء .

8 - 5 ضبط جودة الأحجار :

8 - 5 - 1 زيارة المحجر :

يقوم المهندس فى العمليات الهامة بزيارة الى المحجر للتأكد من إنتظامة وطرق التجهيز وضبط الجودة .

8 - 5 - 2 الفحص البصرى :

عند وصول الأحجار للموقع يقوم مهندس ضبط الجودة بعمل تقرير فحص بصرى يشتمل على : تجانس لون الحجر ، وجود فرغات وفجوات هل نادرة أم قليلة أم متوسطة أم عالية ، ووجود شروخ والتركيب البنائى (بلورى - حبيبى) .

8 - 5 - 3 مقاومة الضغط :

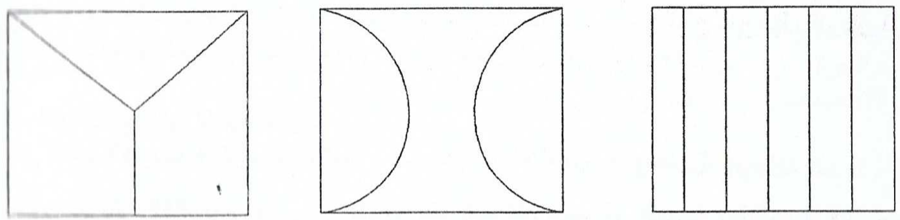
- حيث يتم تجهيز مكعبات من الحجر أو إسطوانة بالمقاييس التى تتطلبها المواصفة وبالعدد القياسى (خمسة مكعبات) وغالباً يستخدم مكعب بأبعاد 100 × 100 × 100 مم .
- فى حالة عدم إستواء سطح المكعبات أو خشونتها يتم عمل طبقة تغطية (Capping) .

- بعد وصول مونة التغطية لمقاومة أكبر من مقاومة الحجر يتم إختبار العينات بواسطة التأثير بحمل ضغط بمعدل قياسى حتى الإنهيار عند حمل أقصى P_f .

- مقاومة ضغط الحجر = متوسط مقاومة العينات .

- مقاومة ضغط العينة = $\frac{P_f}{A}$ حيث A مساحة مقطع العينة .

- سجل شكل إنهيار الصخر والذى يكون كما بشكل رقم (8-9) .



شكل رقم (8-9) إنهيار الصخر

8 - 5 - 4 إختبار معاير الكسر :

يستخدم هذا الإختبار فى حالة إستخدام الأحجار كأرضيات . حيث يتم تجهيز منشور من الحجر بأبعاد يعتمد على المواصفه الدوليه ثم يحمل هذا المنشور فى الإنحناء بحمل فى المنتصف يزيد بمعدل قياسى حتى حدوث الكسر ويحسب معاير الكسر ftu كما يلى :

$$ftu = \frac{M*d/2}{I} Kg/cm^2$$

حيث I = عزم القصور الذاتى للمنشور و

$$M = \frac{pf*L}{4} Kg.cm$$

pf = حمل الإنهيار .

8 - 5 - 5 إختبارات أخرى :

مثل تحديد وحدة الوزن (الوزن النوعى الشامل) والإمتصاص وصلادة البرى كما هو مذكور سابقاً فى بند (8-2)

8 - 6 أمثلة :

مثال (1) :

تم إعداد تجربة طبقاً للمواصفات المصرية لتحديد الوزن الحجمى والنوعى لصخر معين فكانت النتائج كما يلى :

- وزن عينة الصخر جافة = 100 gm .
- حجم الماء = $80\ cm^3$.
- حجم الماء وبه عينة الصخر = 127.6 cm .
- حجم الماء وبه عينة الصخر مفتتة = $119\ cm^3$.

الحل :

الوزن الحجمى = $\gamma = \frac{W}{V} = \frac{100}{(127.6 - 80)} = 2.10\ gm/cm^3$

الوزن النوعى = $GS = \frac{\frac{W}{VS}}{1} = \frac{100}{(119 - 80)} = 2.564$

مثال (2) .

تم إعداد تجربة طبقاً لـ ASTM لحساب الوزن النوعى الشامل (Bulk) والوزن النوعى الظاهرى وكذلك الإمتصاص والنسبه المئويه للفراغات الشعريه لعينة من الصخر فكانت النتائج كما يلى :

- وزن الصخر جاف فى الفرن (A) = 580 gm .
- وزن العينه بعد الغمر فى الماء 48 ساعه وسطحها جاف (B) = 638 gm .
- وزن العينه بعد الغليان فى الماء (C) = 655.4 gm .
- وزن العينة معلقة فى ماء عادى (D) = 372 gm .

الحل :

- % للإمتصاص الطبيعى = $\frac{B-A}{A} \times 100$.

$$\frac{638-580}{580} \times 100 = 10\%$$

- % للإمتصاص الكامل = $\frac{C-A}{A} \times 100$.

$$\frac{655.4-580}{580} \times 100 = 13\%$$

- معامل التشبع = $\frac{10}{13} \times 100 = 77\%$.

- الوزن النوعى الشامل = $\frac{A}{C-D}$

$$\frac{580}{655.4-372} = 2.047$$

- الوزن النوعى الظاهرى = $\frac{A}{A-D}$

$$\frac{580}{580-372} = 2.788$$

- النسبة المئوية للفراغات الشعرية = $\frac{C-A}{C-D} \times 100$

$$\frac{655.4-580}{655.4-372} \times 100 = 26.6\%$$

مثال (3) :

تم توريد خمسة أنواع من الصخر فكانت النتائج كما يلى :

نوع الصخر	الوزن النوعى الشامل	% للإمتصاص	معامل التشبع	التكلفة جنية / م^3
1	1.6	8	90	20
2	1.7	2	20	25
3	2.12	1.5	15	60
4	2.05	1.55	15	40
5	2.00	9	30	40

وإختر أفضل الأنواع لإستخدامها فى الموقع .

- معايير التفضيل هى الحجر ذو الأعلى وزن نوعى الشامل والأقل إمتصاص ومعامل تشبع وتكلفته معقولة .
- النوعى الأول والثانى الوزن النوعى الشامل لهما قليل بالمقارنة بالأنواع الأخرى لذلك فإنهما مستبعدان من الإختبار فى الأعمال الإنشائية مثل الخرسانة والطرق والموانى .
- العينة الخامسة النسبة المئوية للإمتصاص لها عالية وتكلفتها مثل العينة الرابعة .
- العينة الثالثة هى أفضل العينات ولكن تكلفتها مرتفعة جداً ولاتفرق كثير عن العينة الرابعة
- مما سبق نستخدم العينة الرابعة .

مثال (4) :

فى إحدى القرى السياحية تم توريد كميات من صخر الدولوميت إحسب التكلفة التى يجب دفعها للمقاول إذا علم أن الوزن النوعى الشامل (وحدة الوزن) = 2.1 والوزن النوعى الظاهرى = 2.7 إذا علم أنة تم توريد 600 شاحنة (أ) و 400 شاحنة (ب) وكان ثمن المتر المكعب ثمانون جنية .

رقم الشاحنة	وزن الشاحنة فاضى	وزن الشاحنة مملوه
(أ)	10 طن	40 طن
(ب)	8 طن	37 طن

- وزن الدولوميت للشاحنة (أ) $40 - 10 = 30$

- وزن الدولوميت للشاحنة (أ)

30 ton

حجم الدولوميت $= 30 / 2.1 = 14.285 \text{ m}^3$

- وزن الدولوميت للشاحنة (ب)

(37- 8 ton)

حجم الدولوميت = $\frac{(37-8)}{2.1} = 13.8095\ m^3$.

حجم الدولوميت = $14.285 \times 600 + 400\,(13.8095) = 14094.8 \simeq 14100 \text{ m}^3$

- تكلفة الدولوميت . $= 14100 \times 80 = 1128000$ pound

مثال (5) :

تم توريد بلاط لتركيبة على الأرصفة فى الأسكندرية وأجرى إختبار البرى علية ووجد أن المواصفة لاتسمح بأن يزيد النقص فى السمك للطبقة السطحية للبلاط لمتوسط 5 عينات عن 1مم . ولايزيد النقص فى العينة الواحدة عن 1.4 مم .

وكانت نتائج الإختبار كما يلى :

- وزن عينة من الطبقة السطحية جافة = 290 gm .

- وزن عينة من الطبقه السطحيه للبلاط مشبعه تماماً بالغليان = 326 gm .

- وزن عينة الطبقه السطحيه بعد غمرها فى الماء المغلى معلقه فى الماء = 186 gm .

نتائج إختبار البرى .

رقم العينة	أبعاد العينة مم	وزن العينة قبل البرى جم	وزن العينة بعد 1000 دورة برى
1	3 × 6 × 6	216	210
2	3 × 6 × 6	217	208.1
3	3 × 6 × 6	220	210
4	3 × 6 × 6	218	210.5
5	3 × 6 × 6	216	205

الحل :

- وحدة وزن الطبقه السطحيه .

$$\gamma = \frac{A}{C-D} = \frac{290}{326-186} = 2.071\, gm/cm^2$$

- يتم حساب الفاقد فى السمك من الفاقد فى الوزن (فصل 8 - 2 - 7) .

$$\gamma = \frac{\Delta W}{b^2 t}$$

الفاقد فى السمك = t .

$$t = \frac{\Delta W}{\gamma b^2} = \frac{\Delta W}{2.071\,(36)}$$

$$t = \frac{\Delta W}{74.556}$$

عينة البلاط	ΔW gm	t مم
1	6	0.805
2	8.9	1.194
3	10	1.341
4	7.5	1.00
5	11	1.475

- متوسط سمك البرى = 0.805 + 1.194 + 1.341 + 1 + 1.475 /5 = 1.163 مم .
أعلى نتيجة برى = 1.475 مم .
مما سبق يتضح أن متوسط البرى = 1.163 مم أى أكبر من 1.00 مم ولذلك فالعينه مرفوضه . وكذلك فإن نتائج العينه الواحده (رقم 5) مرفوضه .

الباب التاسع

الجير والجبس (LIME AND GYPSUM)

9 - 1 الجير : Lime

9 - 1 - 1 مقدمة :

إستخدم الإنسان الجير من قديم الزمن كمادة لاحمة فالجير هو ناتج حرق (تكليس) كسر الأحجار الجيرية لدرجة حرارة تتراوح بين 950 – 1050 °م وتتحسن جودة الجير كلما زادت نسبة كربونات الكالسيوم فى الحجر الجيرى وقلت الشوائب ويتم ذلك عبر المعادلة التالية .

$$Ca\,Co_3 \xrightarrow{900-1050^{\circ}c} Cao + Co_2$$

$$100 \longrightarrow \simeq 56 + 44\ \%$$

9 - 1 - 2 أنواع الجير :

(أ) الجير الغير مائى : Non hydraulic Lime .

وهو الجير الذى يشك ويتصلب فى الهواء وينتج من حرق الجير الذى بة أقل شوائب وينقسم الى :

- جير حى دسم حيث لاتقل نسبة أكسيد الكالسيوم عن 85 % .
- جير حى غير دسم حيث تقل نسبة أكسيد الكالسيوم عن 70 % .
- الجير السلطانى وينتج من حرق حجر جيرى نقى أبيض ببطئ .

(ب) الجير المائى : Hydraulic Lime .

وينتج من حرق الحجر الجيرى الذى يحتوى على نسبة من الطين والطمى وتتراوح بين 8 – 10 % ولذلك يحتاج لدرجة حرارة 1150°م وبذلك ينتج جير به سليكات وألومينات كالسيوم ولذلك فإنه يحتاج للماء ليتصلب لأن به مواد أسمنتيه (سليكات وألومينات كالسيوم)

9 - 1 - 3 صناعة الجير :

يصنع الجير بالحرق فى فرن دوار أو بطريقة بلدية يقوم بها الأهالى حيث يوضع الحجر الجيرى والوقود فى طبقات متعاقبة ثم يتم الحرق .

9 - 1 - 4 طفى الجير : Extinguishing .

إن الجير الناتج من الحرق يسمى الجير الحى الذى لايمكن إستخدامه لأنه تكون درجة حرارته عالية واذا إختلط بالماء أثناء التشغيل ينتج حرارة عالية جداً تؤدى لحرق العمالة ويؤدى الى زيادات حجمية فى المبانى والحوائط مما يؤدى لظهور شروخ لذلك فإنه يجب طفى الجير قبل إستعماله .

والمقصود بطفى الجير هو إضافة الماء اليه لتحويله لهيدروكسيد كالسيوم .

جير حى + ماء ⟵ هيدروكسيد كالسيوم (حجمة كبير عن حجم الجير) + حراره عالية جداً

ويتم طفى الجير فى المصنع وبعد إتمام التفاعل وتبريده يتم تعبئته فى شكائر ليتم بيعه فى السوق . فى حالة الجير المصنوع بطريقة بلدية يتم الطفى فى الموقع لمدة قد تصل الى عشرة أيام .

والجير المطفى فى المصنع أفضل من جهة سهولة نقله والتعامل معه ويخزن لفترة طويلة ولكن الجير المطفى فى الموقع يكون طازج .

9 - 1 - 5 تصلب الجير : Hardening .

عند استخدام الجير المطفى (هيدروكسيد الكالسيوم) سواء كطبقة دهان أو فى البياض أو مع مونة بناء الطوب فإنه يتحد مع ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الجو ويعطى مادة صلبة (كربونات كالسيوم) كما يلى :

$$Ca(OH)_2 + Co_2 \longrightarrow Ca\,Co_3 + H_2o$$

وهذه المادة هى مادة بيضاء تعطى لون جيد عند إستخدامها كدهان على الحائط وفى حالة استخدامها فى المونة فإن كربونات الكالسيوم تعمل على تلاحم مواد المونة وتعمل هيدروكسيد الكالسيوم كإضافة لزيادة تشغيلية المونة الأسمنتية ويستخدم الجير الدسم والسلطانى فى أعمال الدهانات ويستخدم الجير غير الدسم كمونة بناء ويستخدم الجير بنوعية (دسم وغير دسم) فى أعمال البياض (بطانة وضهارة) وكذلك مونة لصق البلاط

9 - 1 - 6 ضبط جودة الجير :

- يجب أن يكون الجير ناعم لذلك يجرى إختبار النعومه بالنخل على منخل 0.211 ، ومنخل 0.089 مم للحكم على النعومة ويمكن نخله فى الموقع قبل استخدامه لإزالة الأجزاء الخشنة (نقارن % للمحجوز بحدود المواصفات القياسية) .

- يتم إجراء إختبار المتخلف بعد الإطفاء حيث يتم إطفاء كمية من الجير بطريقة قياسية ثم ينخل الجير المطفى على منخلين قياسين (0.853 ، 0.295 مم) وتحسب النسبة المئوية للمحجوز على المنخلين (النسبة المئوية للمتخلف) والتى كلما زادت قلت جودة الجير .

- يتم إجراء إختبار قابلية التشغيل .

- يتم إجراء التمدد للجير .

9 - 2 الجبس : Gypsum .

وهو ينتج من حرق كسر أحجار كبريتات الكالسيوم الطبيعية التى تحتوى على جزئين ماء فى تركيبها البنائى وهذه الأحجار تحتوى على نسبه من الشوائب (طين وكربونات كالسيوم) ، ويتم الحرق فى فرن دوار وينتج منه الأنواع التالية :

9 - 2 - 1 جبس ذو طرد جزئى للماء وينتج طبقاً للتفاعل التالى :

$$Ca\ So_4 . 2\ H2o \xrightarrow{135-200^{o}c} Ca\ So_4\ 1/2\ H_2o + 1.5H_2o$$

وينتج منه :

- الجبس البلدى (عادى) وبه نسبة منخفضة من كبريتات الكالسيوم (60%) ولونه رمادى يميل للصفره ويستخدم فى أعمال التركيبات فى الموقع .

- جبس المصيص ويستخدم فى أعمال البياض (الدهان) وهو ناصع البياض (So4 = 80 %)

- جبس التشكيل ويستخدم فى أعمال الديكور حيث أنه ناصع البياض (% So4 = 90)

9 - 2 - 2 جبس ذو طرد كامل للماء .

$$Ca\ So_4 . 2\ H2o \xrightarrow{\langle 200^{o}} Ca\ So_4 + 2H_2o$$

وينتج منه :

- جبس بياض .
- جبس صلب (يحرق معه بوراكس أو شبه عند 1000°م) ولذلك ينتج عنه ألوان وجودة عالية .

والجبس يتميز بالنعومة والمظهر الجيد ويتصلب بسرعة لذلك يستخدم فى التشطيبات المعمارية والديكور .

وينصح بعدم استخدامه فى المواقع أو الأجزاء التى تتعرض للرطوبة العالية حيث يفقد تماسكه وتصلبه .

9 - 2 - 3 ضبط جودة الجبس :

أ - مقاومة ضغط الجبس :

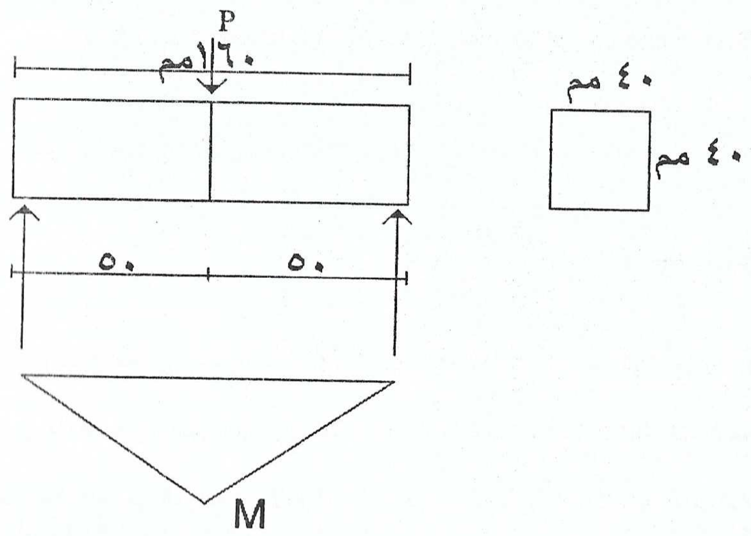
تتراوح مقاومة الضغط لعجينة الجبس بين 50 و 200 كجم / سم^2 ويتوقف ذلك على :

نوع الجبس ودرجة الحرق وماء الخلط والمواد المضافة للتحكم فى زمن شك الجبس وعمر العجينة الجبسية حيث يعطى الجبس مقاومة ضغط مبكرة (يحقق 50 % من مقاومته النهائية بعد مرور 24 ساعة من إضافة الماء) .

ب - إختبارات ضبط الجودة أخرى مثل إختبارات النعومة وتحديد الماء القياسى وتحديد زمن الشك.

ج - إختبار معاير الكسر (مقاومة الإنحناء) Modulus of Rupture .

- يضاف الجبس للماء القياسى الذى يحدد من إختبار فيكات طبقاً للمواصفة المستخدمة .
- يتم خلط الجبس والماء قياسياً لمدة 3 دقائق .
- يتم صب عجينة الجبس فى قوالب صلبة بأبعاد داخلية 40 × 40 × 160 مم .
- بعد تمام الشك تفك القوالب وتترك العينات فى درجة حرارة قياسية (25°م) ورطوبة نسبية قياسية (R.H = 50%) .
- يتم إجراء إختبار الإنحناء على عينات بعد مرور 24 ساعة على خلط الجبس بالماء وبعد مرور 7 أيام .
- يتم إجراء الإختبار بزيادة حمل الإنحناء بمعدل قياسى بالتحميل فى ثلاث نقاط كما بالشكل التالى :



- حدد حمل الكسر لعدد قياسى من العينات يتوقف على المواصفة .
- مقاومة معاير الكسر (مقاومة الإنحناء) = ftu .

$$ftu = \frac{M \cdot y}{I} = \frac{PL}{4} \times \frac{2\,cm \times 12}{(4)^4} \quad Kg/cm^2$$

الباب العاشر

طوب البناء :BULIDING BRICK

إستخدم الإنسان القديم الطوب فى بناء مسكن له وقد يصل عمر إستخدام الطوب اللبن (طوب طينى غير محروق) والأحجار فى البناء لأكثر من ثلاثة آلاف سنه قبل الميلاد ثم إستخدم طوب ناتج من حرق الطين وبعد بناء السد العالى منعت الدولة إستخدام الطين فى صناعة الطوب وتوجد عدة أنواع من الطوب مثل الطوب الطمي والرملى والأسمنتى ....إلخ .

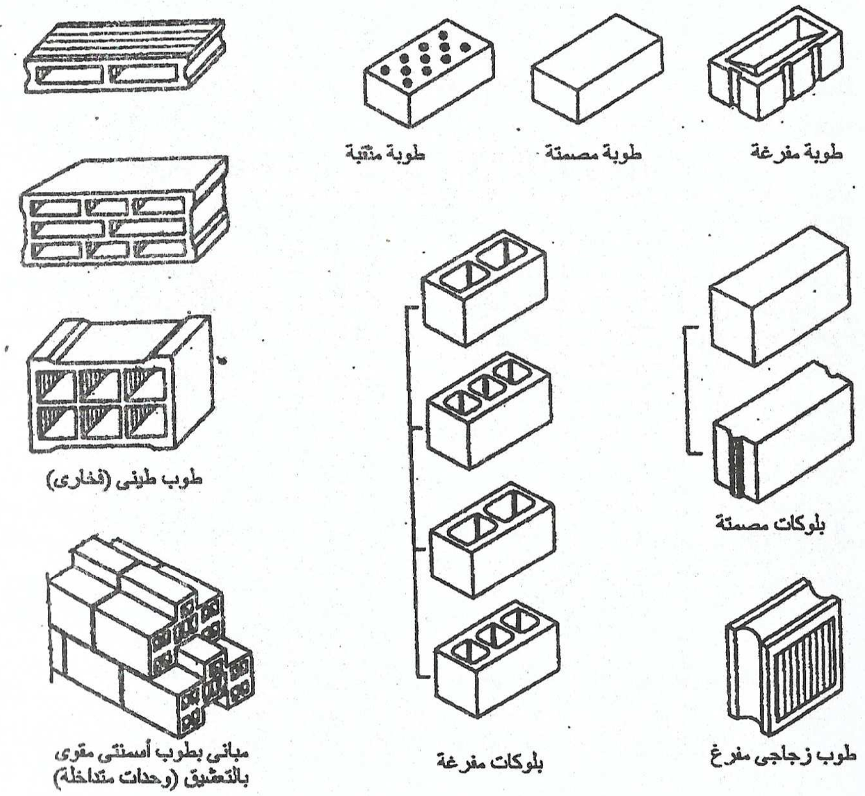
10 - 1 الطوبة :

هى الوحدة البنائية الذى لايزيد طولها عن 30 سم ولايزيد عرضها أو إرتفاعها عن 20 سم وتنقسم الى :

(أ) الطوب المصمت : Solid Brick .
وهى الوحدة البنائية الخالية من الثقوب أو الفراغات ، أو هى الوحدة التى بها ثقوب والتى لاتزيد نسبة مساحتها لمساحة الطوبة عن15 ، 25 % للطوب الطفلى والأسمنتى على الترتيب وبحيث تكون هذه الثقوب صغيره (ثقب قطره أقل من20 مم ومساحة هذا الثقب أقل من300 مم^2) .

(ب) الطوبة المثقبة : Perforated Brick .
وهى الطوبة التى لاتقل النسبة المئوية لمساحة الثقوب فى الطوبة عن 15 و 25 % لكل من الطوب الطفلى والأسمنتى على الترتيب ، ولاتزيد النسبة المئوية لمساحة الثقوب عن 50% وبشرط أن تكون الثقوب صغيرة أى أن مساحة الثقب الواحد لاتزيد عن 300 و 500 مم2 على الترتيب .

(ج) الطوب المجوف : Hollow Brick .
وهو طوب تكون فيه نسبة الثقوب (الفجوات) بين 25 ، 50 % من حجم الطوبه وبحيث تكون الفجوات كبيره أى أن قطرها يكون أكبر من 20 مم ومساحة الثقب أكبر من 500 مم2 أنظر شكل رقم (10 - 1) الذى يوضح أنواع الطوب المختلفة.



شكل رقم (10 - 1) الذى يوضح أنواع الطوب المختلفة

10 - 2 إستخدامات الطوب : *Uses of Bricks* .

للطوب عدة إستخدامات يمكن إجمالها فى مايلى :

(أ) الحوائط الحاملة : Load – Bearing Walls .

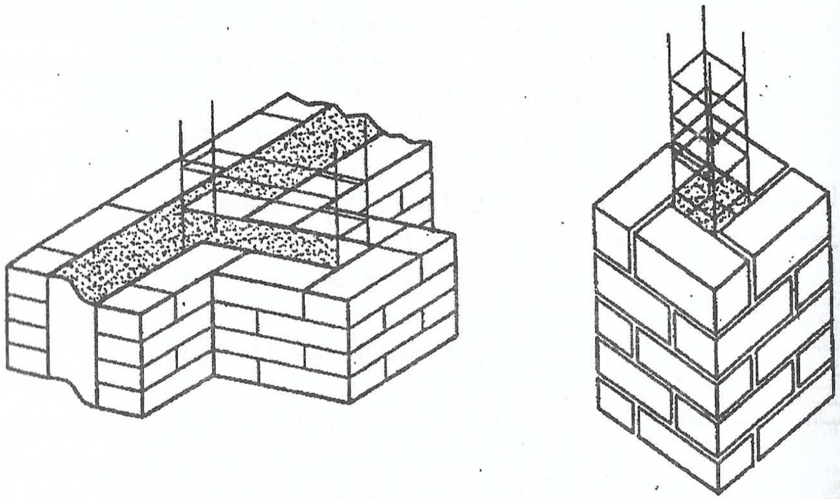
وهى حوائط يتم بناؤها لكى تحمل الأسقف الخرسانية أو القباب وهذه الحوائط تتحمل أحمال رأسية وجانبية من الرياح والزلازل وتتحمل الظروف البيئية المحيطة .

(ب) حائط غير حامل : Non – Load –Bearing Wall .

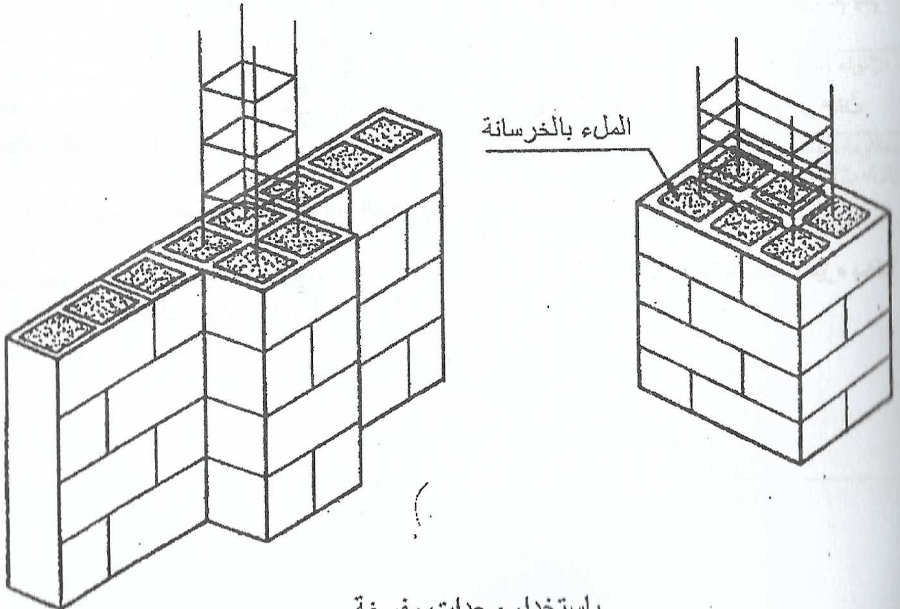
وهى حوائط تستخدم كقواطيع للفصل المعمارى بين الوحدات والفراغات المعمارية وتتحمل وزنها والقوى الأفقية من رياح وزلازل وتتحمل الظروف البيئية والعوامل الجوية

(ج) حائط مبانى حامل مسلح : Reinforced Load – Bearing Masonry Wall .

وهى حوائط تبنى من البلوكات التى تحتوى على فراغات يتم وضع تسليح رأسى بها وكذلك يوضع تسليح أفقى بين بعض المداميك . وهذه الحوائط تسمح ببناء إرتفاعات أكبر حيث تعمل الحوائط كأعمدة لحمل الأسقف الخرسانية المسلحة وتتميز بمقاومتها الجيدة للرياح والزلازل، انظر شكل (2-10).



باستخدام وحدات مصمتة



باستخدام وحدات مفرغة

شكل (2-10) حوائط حاملة مسلحه

10 - 3 أنواع الطوب وضبط جودتها .

توجد عدة أنواع من الطوب بناء على الخامة المستخدمة فى الطوبة ولكن لجميع الأنواع يجب أن تكون وحدة البناء ذات شكل ولون منتظم وجوانبها وحوافها سليمة وخالية من الشروخ والعقد والبروزات ويمكن إجمال أنواع الطوب فيما يلى :

10 - 3 - 1 الطوب والبلوكات الطفلية :

وهو ينتج من حرق الطوب المصنوع من ناتج خلط الطفل بالماء بعد تجفيفة ويتم ذلك ميكانيكياً أو نصف ميكانيكى . ويتم إستلامة بالفحص البصرى وإختبارات ضبط الجودة التى يجب أن تحقق ما جاء بإشتراطات المواصفات المصرية الواردة بجدول رقم (10-1) .

10 - 3 - 2 الطوب والبلوكات الخرسانية (الأسمنتية) :

- وهى تنتج من الخرسانة وكمثال تتكون من كسر الحجر الجيرى (خليط من كسر أحجار مقاسة 10 مم وكسر أحجار مقاسة 5 مم - 0.8 م^3) ورمال ناعمة (0.2 م^3) وأسمنت (200 - 300 كجم/م^3) وماء مناسب . وتتوقف المكونات على الكثافة للطوبة .
- يتم معايرة نسب الخلط ثم توضع المواد فى الخلاطة ثم تنقل الخرسانة للبياضة (ماكينة صناعة الطوب) التى تستخدم فى ملأ القوالب الفارغة بالخرسانة ثم يترك الطوب ليشك لمدة يومين ثم يتم المعالجة بالرش بالماء لمدة إسبوع آخر .
- ينتج الطوب إما خفيف أو متوسط أو ثقيل .
- تختبر عينات بعدد قياسى ويحكم على ضبط هذا الطوب من خلال مقارنة النتائج كما هو مبين بجدول رقم (10-2) .

10 - 3 - 3 وحدات خرسانية خفيفة من الليكا (Leca) :

وهى وحدات خرسانية بإستخدام ركام الليكا الخفيف لذلك تكون تلك البلوكات والطوب متميزه بخفة الوزن والعزل الحرارى والصوتى الجيد وكذلك تحملها الجيد .

جدول رقم (10 - 1) إشتراطات صلاحية وحدات البناء المصنعة من الطفلة الصحراوية المحروقة .

النوع ورقم المواصفة / الخاصية	الطوب الطفلى			البلوكات الطفلية المفرغة			طوب الواجهات الطفلى		
	م.ق.م 6571 & 4251 (9891) & (3991)			م.ق.م 6571 (9891)			م.ق.م 43 (2891)		
1 - الأبعاد (مم)	طول مم	عرض مم	إرتفاع مم	طول مم	عرض مم	إرتفاع مم	طول مم	عرض مم	إرتفاع مم
	250 250 250 250 250	120 120 120 120 120	60 65 95 115 130	235	120	250	250 250 250 250	120 120 120 120	60 65 95 130
2 - التفاوت فى الأبعاد لمتوسط عشر وحدات لأقرب مم	± 2			غير مذكور بالمواصفة *			غير مذكور بالمواصفة **		
3 - إمتصاص الماء (بالوزن %)	- لايزيد على 16%للطوب الحامل - لايزيد على 20% للطوب غير الحامل			لايزيد على 20 %			لايزيد على 10 %		
4 - التزهير *	لا يزيد عن 50 %			لايزيد على 50 %			لايزيد على 50 %		
5 - الكثافة (جم/سم2)	-0.9-1.2 للوحدات المثقبة للطوب الحامل - ولاتقل عن 1.6 للوحدات المصمتة للطوب الحامل			—			—		
6 - الإلتواء (%)	لا يتعدى 1 % عند أى نقطة على السطح			—			لا يزيد التقعر أو التحدب على أقصى قطر لسطح المرقد أو أسطح الوجه عن 2 مم		
7 - مقاومة الضغط (نيوتن/مم2)		متوسط خمس طوبات	طوبة واحدة	متوسط خمس طوبات	طوبة واحدة		متوسط خمس طوبات	طوبة واحدة	
	-طوب حامل	لاتقل عن8	لاتقل عن7	لاتقل عن2.5	لاتقل عن2		-مصمت حامل لاتقل عن 15	لاتقل عن12	
	-طوب غير حامل مصمت	لاتقل عن4	لاتقل عن3.5				-ديكور وتكسيات لاتقل عن 5	لاتقل عن4	
	- طوب غير حامل مثقب ثقوب رأسية	لاتقل عن4	لاتقل عن3.5						
	- طوب غير حامل مثقب ثقوب أفقية	لاتقل عن 4	لاتقل عن 2.5						

وجدول (10 - 2) إشتراطات صلاحية وحدات البناء المصنعة من الخرسانة (الطوب والبلوكات الأسمنتية) (م.ق.م 1292 لسنة 1991) .

الخاصية	طوب			بلوكات		
1 - الأبعاد (مم) .	طول مم	عرض مم	ارتفاع مم	طول مم	عرض مم	ارتفاع مم
	250	120	60	400	100	200
	250	120	120	400	120	200
	250	120	200	400	120	250
				400	200	200
				400	250	200
				390	190	190
				390	190	190
				500	250	210
				390	90	190
2 - التفاوت المسموح بة فى الأبعاد (مم) .	+ 3 ، 2 -	2 ±	2 ±	3 +	3 ±	3 +
3 - الكثافة جم/سم^2 .	خفيف	متوسط	ثقيل	خفيف	متوسط	ثقيل
	لاتزيد على 1.4	2-1.4 >	2 >	لاتزيد على 1.4	2-1.4 >	2 >
4 - مقاومة الضغط الدنيا (نيوتن/مم^2) .	متوسط 10 وحدات		وحدة واحدة	متوسط 5 وحدات		وحدة واحدة
- وحدات بنائية حاملة مصمتة.	7.0		5.6	7.0		5.6
- وحدات بنائية حاملة مجوفة ومثقبة .	5.0		4.0	5.0		4.0
- وحدات بنائية غير حاملة مصمتة .	2.5 *		2.0	2.5 *		2.0
- وحدات بنائية غير حاملة مجوفة ومثقبة .	2.0 *		1.6	2.0 *		1.6

ملحوظة :

يجب ألا تقل تخانة القشرة الخارجية للطوبة أو البلوك المثقب أو المجوف عن 20 مم .

10 - 3 - 4 وحدات بناء خرسانية مسامية خفيفة .

وهى وحدات خرسانية يستخدم فيها أكسيد ألومنيوم وقليل من الرمال وتتميز بالمسامية العالية وخفة الوزن والعزل الحرارى والصوتى الجيد ويتم تصنيفها طبقاً لكثافتها ومقاومتها للضغط أنظر جدول رقم (10 - 3) .

جدول رقم (10 - 3) إشتراطات صلاحية وحدات البناء المصنعة من الخرسانة المسامية

المواصفة / الخاصية	حدود المواصفة م.ق.م 1401 (8991)				
1 - الأبعاد (مم) :	الطول مم		العرض مم		الإرتفاع مم
	600 600 600 600		200 250 300 400		100 120 150 200 300
2- التفاوت المسموح بة فى الأبعاد (مم) :	+ 3 ، - 5		3 ±		3 ±
3 - الإنكماش الجاف .	لايزيد على 0.1 %				
4 - الكثافة جم/سم^2 .	من 0.451 – 0.550	-0.551 0.650	-0.651 0.750	-0.751 0.850	-0.850 1.000
5 - معامل التوصيل الحرارى (وات / م / درجة منوية)	0.21	0.24	0.30	0.37	0.42
6 - مقاومة الضغط نيوتن/ مم^2 - متوسط وحدة واحدة . - متوسط 10 وحدات .	2.5 3	3 4	5 6	6 7	7 8

10 - 3 - 5 الطوب الرملى الجيرى :

ويستخدم غالباً بدون بياض أو دهانات ويعيبه زيادة كثافته وتتكون من رمل سليسى ذو تدرج قياسى لاتقل فية نسبة السليكا عن 95 % .

- جير لايقل أكسيد الكالسيوم فية عن 70 % (أكسيد كالسيوم من 70 - 80 %) وذو نعومة جيدة .

- أكسيد حديد حتى يعطى اللون الوردى ومحتوى الرمال يتراوح بين 91 - 92 % ومحتوى الجير يتراوح بين 8 - 9 % ومحتوى الأكسيد يتراوح بين 2 - 3 % من وزن الجير .

يتم طحن الخامات ثم يتم وضع الخامات فى صومعة التفاعلات (لطفى الجير) ثم يتم الخلط جيداً ويفرغ الخليط فى قوالب فارغه ثم يتم كبس الطوب بإجهاد كبير ثم يوضع الطوب فى الفرن ويتم حرقه وجدول رقم (10 - 4) يحتوى على إشتراطات ضبط الجودة لهذا الطوب .

جدول رقم (10 - 4) إشتراطات صلاحية وحدات البناء للطوب الرملى الجيرى .

النوع ورقم المواصفة / الخاصية	الطوب الرملى الجيرى المصمت			الطوب الرملى الجيرى المثقب (أ)			الطوب الرملى الجيرى المثقب (ب)		
	م.ق.م 42 (1980)			م.ق.م 42 (1980)			م.ق.م 42 (1980)		
	طول مم	عرض مم	ارتفاع مم	طول مم	عرض مم	ارتفاع مم	طول مم	عرض مم	ارتفاع مم
1 - الأبعاد (مم)	250	120	60	250	120	130	250	120	130
2 - التفاوت المسموح بة فى الأبعاد (مم) .	± 3	± 2	± 2	± 3	± 2	± 2	± 3	± 2	± 2
3 - نسبة الثقوب (%)	أقل من15%من الحجم الكلى إن وجدت			لاتقل عن 15% ولاتزيد على 25% الحجم الكلى			تزيد على 25% من الحجم الكلى		
4 - الكثافة (جم/سم3) .	لاتزيد على 2			لاتزيد على 1.8			لاتزيد على 1.6		
5 - مقاومة الضغط الدنيا (نيوتن/مم^2)									
- متوسط وحدة واحدة .	15			10			5		
- متوسط 10 وحدات	12			8			4		

10 - 3 - 6 طوب تكسية الواجهات :

ويتم تصنيعه من الطين النارى بالخلط الجيد مع الماء والصب فى قوالب ثم التجفيف والحرق مع الخدمة الجيدة . وهذا الطوب أملس متناسق الألوان حاد الزوايا شكله المعمارى جيد وتحمله جيد ومقاومة ضغطه تتراوح بين 15 ، 18 نيوتن/مم^2 ويستخدم فى تكسية الواجهات .

10 - 3 - 7 وحدات البناء من الحجر الرملى :

يرجع لباب أحجار البناء للتعرف على خواص هذا الحجر . يتم تجهيز الأحجار وقطعها بالمقاسات المطلوبة (أحجار مرومة) وعمل وحدات بناء يحكم على ضبط جودتها كما بجدول (10 - 5) .

جدول رقم (10-5) إشتراطات صلاحية الحجر الرملى المستخدم فى وحدات البناء (م.ق.م 1138 لسنة 1997) .

الخاصية	الحدود *		
	حجر رملى	رملى كوارتيزى	كوارتيزى
1- إمتصاص الماء (%) حد أعلى.	20	3	1
2 - الكثافة (جم/سم3) حد أدنى .	2.160	2.40	2.60
3 - مقاومة الضغط (نيوتن/مم^2) حد أدنى	13.8	68.9	137.9
4 - معامل الكسر (نيوتن/مم2) حد أدنى	2.1	6.9	3.9
5 - مقاومة البرى (%) حد أعلى	8	8	8

* ينقسم الحجر الرملى الى :

حجر رملى : نسبة حبيبات الكوارتز بة من 60 % - 90 %

حجر رملى كوارتيزى : نسبة حبيبات الكوارتز بة من 90 % - 95 %

حجر كوارتيزى : نسبة حبيبات الكوارتز بة تزيد عن 95 %

10 - 3 - 8 وحدات البناء من الحجر الجيرى :

يرجع لباب أحجار البناء للتعرف على هذا الحجر ويتم تجهيزة كما فى الحجر الرملى ويتم الحكم على ضبط جودتة كما بجدول رقم (10 - 6) .

جدول رقم (10 - 6) إشتراطات إسترشادية لصلاحية الحجر الجيرى .

الخاصية	الحدود *		
	حجر جيرى منخفض الكثافة	رملى جيرى متوسط الكثافة	رملى جيرى عالى الكثافة
1- إمتصاص الماء (%) كحد أعلى.	12.0	7.5	3.0
2 - الكثافة (جم/سم^3) كحد أدنى .	1.76	2.16	2.56
3 - مقاومة الضغط (نيوتن/مم^2) كحد أدنى	12	28	55
4 - معامل الكسر (نيوتن/مم2) كحد أدنى	2.9	3.4	6.9
5 - مقاومة البرى (%) كحد أعلى	10	10	10

* ينقسم الحجر الجيرى الى :

منخفض الكثافة : وتتراوح كثافتة بين 1.76 – 2.16 جم/سم^3 .

متوسط الكثافة : وتتراوح كثافتة بين 2.16 – 2.56 جم/سم^3 .

عالى الكثافة : وكثافتة أكبر من 2.56 جم/سم^3 .

10 - 3 - 9 البلوكات الجبسية :

وهى تنتج من الجبس إما مصمتة أو مجوفة ويتم الحكم على جودتها طبقاً لجدول رقم (10-7)

جدول رقم (10 - 7) إشتراطات صلاحية وحدات البناء المصنعة من الجبس (البلوكات الجبسية)

الخاصية / النوع وحدود المواصفة م.ق.م 1555(1985)	البلوكات المصمتة	البلوكات المجوفة
1- الأبعاد (سم) : - الطول - الإرتفاع - السمك	50 ، 66.6 42 ، 60 10 ، 8 ، 7	50 ، 66.6 42 ، 60 10 ، 8
2 - التفاوت المسموح بة فى الأبعاد (مم) : - الطول - الإرتفاع - السمك	± 4 ± 2 ± 1	± 4 ± 4 ± 4
3- الكثافة (جم/سم^3) .	1 - 0.9	0.8 – 0.7
4 - مقاومة الضغط (نيوتن/مم^2) . - لمتوسط 5 بلوكات - لبلوك واحد	لاتقل عن 2 لاتقل عن 1.6	لاتقل عن 1.5 لاتقل عن 1.2

10 - 3 - 10 الألواح الجبسية المخلوطة بالألياف السليولوزية :

وهى تصنع من الجبس ولكن يتم إضافة ألياف من السليولوز لإكسابها مقاومة شد . ويجب أن تكون الألواح ذات سطح مستو منتظم خالى من الشروخ والتشوة ويمكن الحكم على جودتها طبقاً لجدول رقم (10 - 8) .

جدول رقم (10 - 8) إشتراطات صلاحية الألواح الجبسية المخلوطة بالألياف السليلوزية (م.ق.م رقم 2002 لسنة 1991) .

الخاصية / المواصفة	حدود المواصفة			
1 - الأبعاد (مم) :				
- الطول	من 1200 - 4300 مم (للسمك 8 مم) من 1200 - 490 مم (للسمك > 8 مم)			
- العرض	1250 ، 1200 ، 900 ، 600			
- السمك	8 ، 10 ، 12 ، 16 مم			
2 - التفاوت المسموح بة فى الأبعاد (مم)	الطول ± 6 العرض ± 3 السمك ± 0.5			
3 - وزن المتر المسطح (كجم/م^2) .	سمك 8 مم	سمك10مم	سمك12مم	سمك16مم
	10 - 9	12 -11	14 - 13	20 - 18
4 - حمل الكسر بالإنحناء (حد أدنى) * (نيوتن)	200	360	460	750

10 - 3 - 11 الطوب الحرارى :

وهو طوب يتحمل درجات الحرارة العالية وينتج منة :

أ - طوب حرارى حامضى :

يقاوم درجة حرارة تتراوح بين 1700 - 1800 °م ويقاوم كذلك الأحماض ويصنع من الطين الغنى بالألومينا وبناء على درجة الحرارة يتم تحديد محتوى الألومينا المطلوب الذى يتراوح بين 45 - 85 % وجدول رقم (10 - 9) يحتوى على خواص ذلك الطوب .

جدول رقم (10-9) إشتراطات صلاحية وحدات المبانى من الطوب المقاوم للأحماض .

الخاصية	م.ق.م 41 (1960)
1 - الأبعاد (مم) .	لايتعدى التفاوت فى الأبعاد ± 2 % (الطول) ± 3 % (للعرض والسمك)
2 - إمتصاص الماء . (%) بالوزن .	لايتعدى 4.5 % (غليان 5 ساعات فى الماء)
3 - مقاومة الضغط نيوتن / مم^2 . - متوسط 5 طوبات . - طوبة واحدة	 لاتقل عن 6.5 لاتقل عن 6.0

ب - طوب قاعدى :

حيث يقاوم الحرارة والقواعد وغالباً مايصنع من كربونات الكالسيوم أو الدولوميت .

10 - 4 المون المستخدمة :

تستخدم مون أسمنتية جيرية تتكون من خليط من الأسمنت والجير والرمل والماء وقد تستخدم إضافات أو مواد مالئة .

ويوصى الكود المصرى لتصميم وتنفيذ أعمال المبانى (كود 204 - 2005) بإستخدام أربعة أنواع من المونه (رقم مميز من 1 وحتى 4) وجدول رقم (10 - 10) يحتوى على مكونات تلك المون الإسترشادية ويجب أن تكون المونة طازجة وقوامها يسمح بتشغيلية جيدة ويجب أن تحقق هذه المونة مقاومة الضغط المطلوبة وتحقق تحمل جيد للظروف المحيطة ويجب إستبعاد أية مونة حدث بها شك .

جدول رقم (10-10) نسب إسترشادية لمكونات أنواع المون الأسمنتية الجيرية .

الرقم المميز للمونة	النسب التقريبية للمكونات بالحجم: أسمنت بورتلاندى عادى أو أسمنت حديدى	جير مطفى	رمل (مقاس فى حالة رطبة وغير مدموك)	متوسط مقاومة الضغط للمونة عند عمر 28 يوم (نيوتن/مم^2)
1	1	صفر-0.25	من 2.25 الى 3.00 مرات مجموع حجمى الأسمنت والجير	15
2		0.50-0.25		10
3		1.25-0.50		5
4		2.5-1.25		2

10 - 5 الحقين : Concrete In Fill and Grout .

وهو خرسانة رملية (خالية من الركام الكبير) أو خرسانة عادية تتميز بهبوط عالى (20سم) ويستخدم لملأ الفراغات الموجودة فى وحدات البناء المفرغة التى تحتاج لزيادة مقاومتها أو لإستخدام حوائط مسلحة ويوجد نوعين من الحقين هما حقين يستخدم فى الأسماك الصغيرة وحقين للإستخدام فى الأسماك الكبيرة .

وجدول رقم (10 - 11) يحتوى على نسب إسترشادية لخلطات الحقين ويتم تحديد محتوى الماء والإضافة التى تحقق المقاومة المطلوبة حيث يجب ألا يقل مقاومة الضغط للمنشور القياسى للحقين عن 14 ن/مم^2 .

جدول رقم (10-11) نسب إسترشادية للخط بالحجم لأنواع الحقين .

النوع	نسبة الأسمنت بالحجم	نسبة الجير المطفأ	نسبة الركام فى الحقين (بالحجم بالنسبة للمادة الأسمنتية) . الصغير	الكبير	المقاس الإعتبارى الأكبر للركام (مم)
حقين لسمك صغير (حتى50 مم)	1	صفر — 0.1	3-2.25	—	5 مم
حقين لسمك كبير (أكبر من50 مم)	2	صفر — 0.1	3-2.25	2 - 1	19 مم

10 - 6 : صلب التسليح .

- يستخدم أسياخ صلب من نفس النوع المستخدم فى الخرسانة المسلحة بحيث لايزيد القطر عن 25 مم فى تسليح الحوائط والمبانى والأعمدة من الطوب .

- تستخدم أسلاك من الصلب لتسليح المونة المحصورة بين مدماكين ويحدد قطر الأسلاك طبقاً للتصميم .

10 - 7 الأربطة المعدنية : Metal Connector .

- تستخدم أسلاك أو أطواق من الصلب أو جوايط فى تثبيت الحوائط مع العناصر الإنشائية المختلفة (كمرات ، أعمدة) ولربط التكسيات بالحوائط ويمكن إستخدام مواد حديثة مثل FRP وهذه الأربطة تلاشى شروخ الإنكماش التى تحدث بين الحائط وتلك العناصر .

10 - 8 إختبارات ضبط الجودة :

10 - 8 - 1 الفحص البصرى :

- يجب أن يتم فحص الطوب عند توريده للموقع والتأكد من عدم وجود شروخ أو كسور فى الطوب والحكم بالعين على الثقوب وهل يوجد تزهير فى الطوب المورد وهل الطوبه حوافها سليمه ولونها متجانس أم لا وبناء عليه يتم الحكم على الطوب إبتدائياً

10 - 8 - 2 قياس الأبعاد :

- الهدف هو التأكد من أن ابعاد الطوبة (طول - عرض - ارتفاع) مطابق للأبعاد الواردة فى كراسة الشروط والمواصفات ويجب التأكد من أن الإختلاف فى الأبعاد مسموح به .

التجربه :

- يتم قياس أبعاد عشرة طوبات مأخوذة لتمثل الطوب المورد وتؤخذ العينات طبقاً للمواصفات القياسيه .

- يتم قياس متوسط الطول والعرض والإرتفاع (الطول المتوسط = متوسط طول عشرة طوبات)

- يتم قياس التفاوت فى الطول لأقرب مم .

وكمثال تفاوت الطول = الطول المتوسط (مم) — الطول القياسى
وتفاوت العرض = العرض المتوسط (مم) — العرض القياسى .

- يتم الحكم بناء على حدود المواصفات .

- بعض أنواع الطوب مثل الطوب الطفلى يتم قياس النسبة المئوية للإلتواء والتقعر والتحدب فى الطوب ويحكم على الإلتواء بقياس الإختلاف فى منسوب سطح الطوبة (عن الأفقى) منسوباً لطول الطوبة أو عرضها .

10 - 8 - 3 إختبار تحديد النسبة المئوية للثقوب ومقاسها :

- يجرى هذا الإختبار على 10 طوبات ويتم قياس أبعاد الثقوب ويحددها وتحديد النسبة المئوية للثقوب ..

10 - 8 - 4 إختبار الإمتصاص :

- يجرى هذا الإختبار على عدد خمسة طوبات على الأقل ويجرى كما جاء بباب أحجار البناء ويتم الحكم على الطوب إما بإستخدام النسبة المئوية للإمتصاص الطبيعى أو النسبة المئوية للإمتصاص الكامل (بعد الغليان) .

10 - 8 - 5 إختبار مقاومة الضغط للطوبة :

- يستخدم إما خمسة طوبات أو عشرة طوبات طبقاً لنوع الطوب .
- تغمر العينات فى ماء حرارتة 20 ºم لمدة 24 ساعة .
- يتم وضع تسوية (تغطية Capping) من مونة الرمل القياسى والأسمنت بنسبة 1 : 1
- بعد مرور 24 ساعة يغمر الطوب فى الماء لحين الإختبار (لايتم إختبار الطوب إلا بعد إختبار مكعبات من مونة التغطية والتأكد من تحقيقها مقاومة ضغط بين 250 ، 400 كجم/سم^2)
- إختبر الطوب فى الضغط بعد وضعة فى الماكينة مع وضع لوحى أبلكاج أسفل وأعلى العينة
- يتم التحميل بحمل ضغط قياسى حتى الإنهيار ويسجل حمل الإنهيار لكل طوبة .
- مقاومة الضغط للطوبة الواحدة = حمل الإنهيار / مساحة مقطع الطوبة .
- يحسب مقاومة الضغط المتوسطة لخمسة أو عشرة طوبات .
- تحدد أقل مقاومة ضغط للطوبة الواحدة .
- يتم الحكم على الصلاحية من خلال المقاومة المتوسطة والمقاومة الدنيا للطوبة .

مثال :
تم توريد طوب طفلى لبناء حائط حامل وتم إجراء إختبار الضغط علية فكانت النتائج كما يلى :

رقم العينة	أبعاد سطح التحميل مم	حمل الإنهيار بالطن	مقاومة الضغط للطوبة كجم/سم^2
1	120 × 250	26.70	89.00
2	125 × 240	25.00	83.30
3	122 × 255	24.50	78.75
4	120 × 245	23.50	79.93
5	120 × 250	18.50	60.00

- مقاومة الضغط المتوسطة = 78.20 كجم/سم^2.
- المقاومة الدنيا للطوبة = 60 كجم /سم^2 .

من جدول رقم (10 - 1) يتضح أن مقاومة الضغط المتوسطة لاتقل عن 80 كجم/سم^2 ومن ذلك نجد أن الطوب مرفوض .

10 - 8 - 6 إختبار مقاومة الضغط لمنشور المبانى :

للحكم على الطوبة يستخدم الإختبار السابق أما للحكم على نظام البناء من الحوائط الحاملة من طوب ومونة وجودة بناء .

- يجب إجراء إختبار الضغط على منشور مبانى :
- يتم بناء خمسة منشورات أبعادها قياسية (أنظر المواصفات القياسية أو دليل إختبارات كود رقم 204) من الطوب المورد والمونة المستخدمة ويتم إختبارها فى الضغط سواء فى المعمل أو الموقع أثناء التنفيذ ويتم تحديد حمل الإنهيار للمنشور .

مقاومة ضغط المنشور = حمل الإنهيار / مساحة مقطع المنشور .
مساحة المقطع = المساحة الكلية للطوب المصمت
= المساحة الصافية فى حالة البلوكات المفرغة .
= المساحة الكلية فى حالة البلوكات المفرغة المملوه كلياً بالحقين .

تحسب مقاومة الضغط المميزة للمبانى = 0.85 % من مقاومة ضغط المنشور ويحسب الإجهاد المسموح بة من مقاومة الضغط المميزة ليتم التصميم عليها وأثناء التنفيذ .

- يجب التأكد من المقاومة المميزه بإختبار منشورات وذلك فى حالة الحوائط الحاملة .

10 - 8 - 7 التزهير :

- يهدف هذا الإختبار للحكم على المساحة التى تغطيها الأملاح على سطح الطوبة نتيجة تعرض الطوبة للماء .
- يستخدم خمسة طوبات ممثلة للطوب .
- توضع الطوبة على جانبها فى حوض قليل العمق به 600 سم3 من الماء المقطر (درجة حرارتة 20 ºم) وتترك الطوبة 24 ساعة حتى تمتص الماء بالكامل .
- يتم إضافة 150 سم3 ماء مقطر وتترك الطوبة للتشرب الماء ثم يضاف 150 سم3 ماء أخرى وتترك للتشربها .
- حدد النسبة المئوية لمساحات البقع التى لونها أبيض (أو مختلف) بالنسبة لمساحة الطوبة .

- إحكم على التزهير كما يلى :

نوع التزهير	النسبة المئوية لمساحة التزهير %
معدوم	صفر
ضعيف	أقل من 10
متوسط	أقل من 50
عالى	أكبر من 50
عالى جداً	كل الطوبة

ويسمح بأن يكون التزهير معدوم أو خفيف .

10 - 8 - 8 إختبار الإنكماش عند الجفاف :

- يتم إختبار خمسة طوبات .

- يرجع لباب أحجار البناء للتعرف على التجربة .

- يغمر الطوب لمدة 4 أيام ثم يقاس الطول الرطب ثم يجفف الطوب ويقاس طول العينة بعد التجفيف كل 24 ساعة حتى يثبت الطول .

النسبة المئوية للإنكماش = (الطول الرطب – الطول الجاف / الطول الجاف) × 100

10 - 9 بناء الحوائط وضبط الجودة :

- يتم تجهيز سقالات قوية ويفضل أن تكون منفصلة عن الحائط ولكن فى حالة إستخدام دعامات للسقالة ترتكز على الحائط فيجب ملأ الثقوب بمونة جيدة طازجة ويجب إستخدام سقالات خارجية لبناء المداميك العليا .

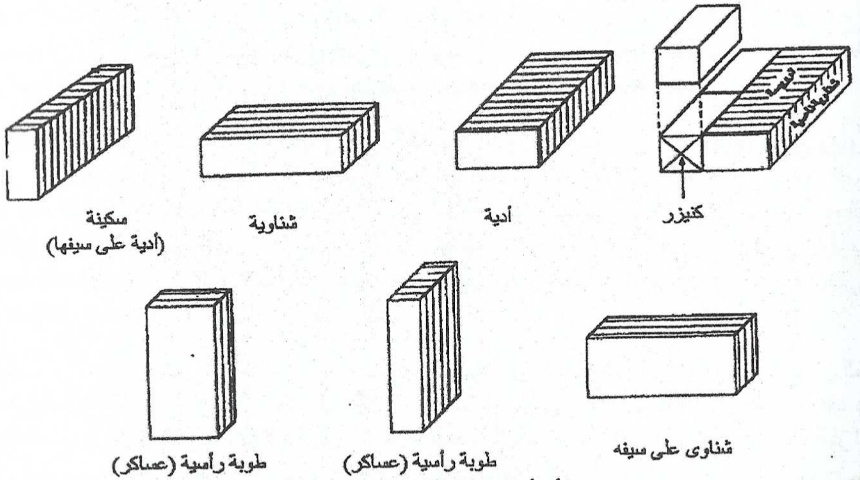
- تستخدم المونة الواردة فى مواصفات المشروع أو إحدى المون الأربعة الواردة فى جدول (10 - 10) ويتم الخلط يدوى على كميات صغيرة أو يتم الخلط ميكانيكياً . بحيث تكون المونة متجانسة بعد الخلط ويجب إستبعاد أى مونة يمر عليها أكثر من ساعتين إلا فى حالة إستخدام مادة مؤجلة الشك ولا تستخدم الإضافات إلا بعد موافقة الإستشارى عليها وعمل التجارب اللازمة لمعرفة خواصها وتأثيرها على قوام وزمن شك ومقاومة المونة .

- فى حالة إستخدام الطوب أو البلوكات الخرسانية (الأسمنتية) يجب التأكد من أن تكون تم معالجتها بالماء للحصول على المقاومة الكافية وتكون قد جفت تقريباً عن توريدها لتقليل الإجهادات الناتجة عن إنكماش الطوب .

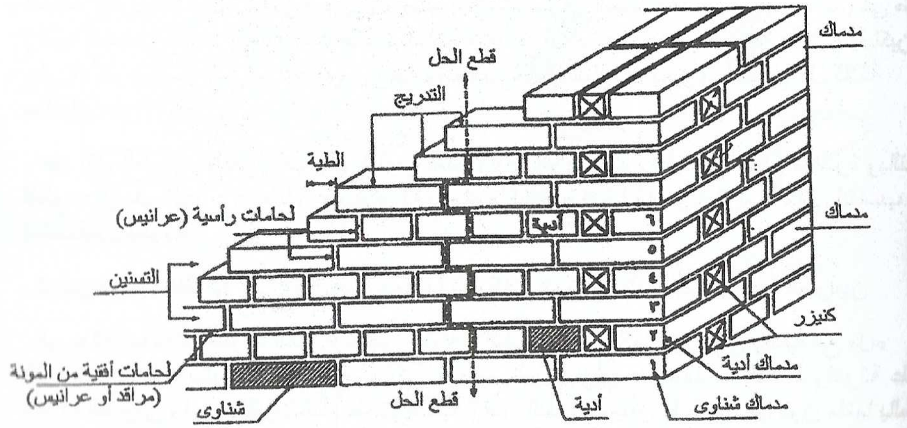
- يراعى عند نقل الطوب التعامل برفق معه حتى لايحدث بها كسور نتيجة الصدم .

- ترص وحدات البناء على صفوف أفقية كل صف يكون فى مستوى أفقى واحد ويطلق علية لفظ مدماك .

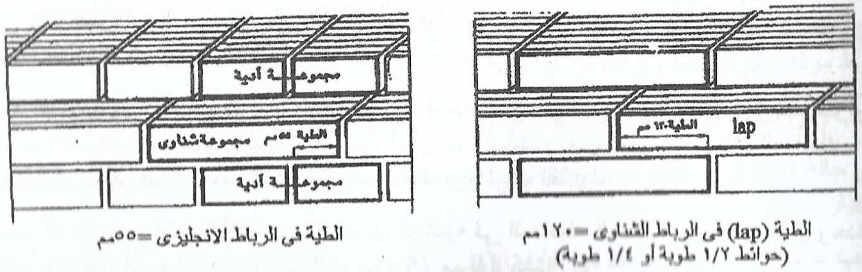
- وشكل (10-3) يوضح المصطلحات وأوضاع الطوب وطرق البناء الذى يمكن متابعتها أثناء القراءه كما يلى :



(أ) أوضاع الطوب بالحوائط



(ب) المصطلحات المستخدمة فى البناء



(ج) الطيات

شكل (10-3) يوضح المصطلحات وأوضاع الطوب وطرق البناء

- يجب الإهتمام جداً بالدماك الأول حيث يجب أن يكون السطح الخرسانى للسقف أفقى تماماً وترص وحدات الطوب على فرشة مستمرة من المونة (تستخدم المونة للربط وتسوية السطح) ويجب أن يكون سطح المدماك الأول أفقى تماماً وسمك المونة السفلية أو العلوية أو فى اللحامات الرأسية تكون فى حدود 10 - 12 مم وهذا السمك يسمح بضبط أفقية المداميك .

- يجب العناية بإستواء المداميك أفقياً وخاصة المدماك الأول بواسطة القدة (مقطعها مربع وطولها كبير من الخشب أو الألومنيوم ، والمستوية أسطحها تماماً بالإضافة الى تعامدها) وميزان الماء ، بعد بناء المدماك الأول يبنى عند كل من رأسى الحائط (بداية ونهاية الحائط) قالب من المدماك الثانى (فى حالة زيادة طول الحائط عن 3 متر بفضل وضع قالب فى المنتصف) يوزن القالبان بخيط الشاغول وميزان المياة ثم يشد بينهما خيط بحيث يكون على استقامة الزاوية العليا الخارجية ثم نستكمل بناء المدماك مستوياً فى نفس المنسوب .

- يجب أن يكون البناء على مراحل (حطات) متتالية وتكون الحطة الأولى من منسوب ظهر السقف وحتى منسوب الجلسات وتنتهى الحطة الثانية عند منسوب الأعتاب والحطة الثالثة تنتهى عند بطنية البلاطات أو الكمرات ويفضل أن لايزيد إرتفاع الحطة الواحدة عن 1.20 م ويجب ملأ أية فراغ بين الطوب والسقف بالمونة أو المونة المزودة بالألياف مع عدم وضع كسر طوب . يفضل إستخدام ميزان القامة لضبط منسوب الحطات . ويجب إستخدام القدة أفقياً وقطرياً لضمان عدم تكريش الحائط (طول القدة لايقل عن 3 متر) ويجب إستخدام ميزان الخيط (ثقل يتدلى من خيط) فى ضبط رأسية الحائط) لضبط رأسية الحائط عند أماكن متعدده . ويجب شد الخيوط الأفقية لكل مدماكين على الأكثر لضمان إستلام العراميس أفقية ويستخدم خيط الشاغول (ميزان الخيط) كل ثلاثة مداميك على الأكثر .

- عند بناء الطوب الطفلى يجب بلل الطوب لمدة لاتزيد عن دقيقتين قبل الإستعمال مباشرة وبالنسبة للطوب الرملى الجيرى يفضل عدم ترطيبه بالماء ولكن تستخدم معه مونة قوامها مائى لتناسب إمتصاص الطوبة .

- ترص قوالب الطوب على اكبر أسطحها إما البلوكات فترص قائمة على جانبيها الطوليين .

- فى حالة إستخدام الطوب المفرغ ترص وحدات الطوب وفراغاتها الى أعلى بعناية مع ملء الفراغات بالمونة نظراً لأن كل من عمليتى الرص والملء تؤثر على مقاومة الحائط وقدرته على العزل الصوتى وفى حالة إستخدام طوب متقب ترص الطوبات بثقوبها الى أسفل دون ملئها بالمونة .

- فى حالة البلوكات المفرغة يجب فرش المونة فى صورة طبقات منفصلة على جانب وأعصاب البلوكات بسمك لايزيد على 30 مم مع ملء الفواصل الرأسية تماماً .

- عند البناء بطوب خفيف يتم بناء أكتاف فتحات الشبابيك والأبواب بالطوب الطفلى المصمت أو الطوب الأسمنتى المصمت بطول لايقل عن 250 مم وتستخدم نفس الطوب فى بناء المداميك الرابطة فى منتصف الحائط وأسفل منسوب السقف ومداميك التثبيت .

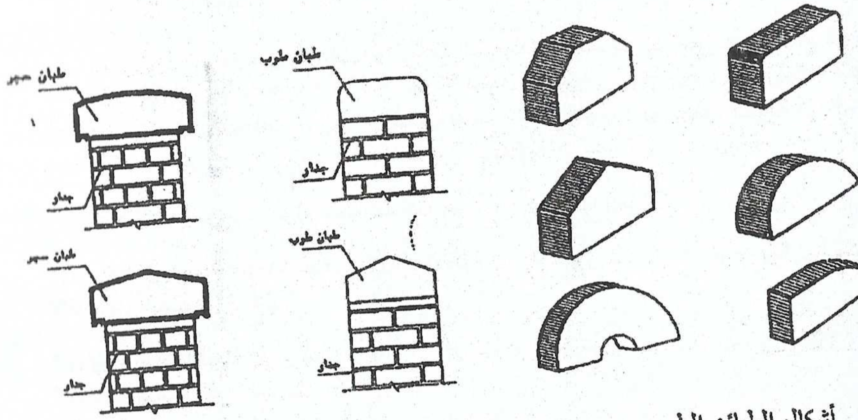
- يجب ألا تقل المسافات الأفقية بين الفواصل الرأسية فى المداميك المتتالية عن 4/1 طول وحدة البناء . ولاتقل بأى حال عن 50 مم للطوب ، 75 مم للبلوكات .

- فى حالة البناء بالوحدات المفرغة يجب بناء عدد من المداميك بالطوب المصمت فى المناسيب المطلوبة وضع التوصيلات الكهربية بها أو لتثبيت مسامير للإستخدامات البشرية

- عند إنهاء العمل فى مرحلة من المراحل فيجب أن يترك الجزء الذى حدث عنده التوقف مدرجاً (على هيئة درجات) مسنن لكى يتم ربط المراحل التالية بالمراحلة القديمة .

- يجب ربط الحوائط بالحوائط الأخرى المتقاطعة معها والأعمدة . ويتم ربط الحوائط بالحوائط العمودية بعمل طرف رباط بحيث تكون هناك بعض الطوبات مشتركة فى الحائطين المتعامدين . يتم ربط الحائط بالأعمدة الخرسانية بواسطة أسياخ صلب تثبيت فى الأعمدة الخرسانية المسلحة قبل الصب بطول لايقل عن 100 مم وعلى إرتفاعات لاتزيد عن 500 مم .

- عند الانتهاء من بناء الأسوار أو الدراوى يتم عمل طبان من الطوب أو الأحجار كما بشكل (4-10) ويمكن عمل طبان مستمر من الخرسانة المسلحة الذى يكون له دور فى تربيط الحائط أو الدروة ليعمل كوحدة واحدة ولكن يعيبه عدم اهتمام المهندسون بخرسانته مما يؤدى إلى صدأ تسليحه وتشويه المنظر الجمالى لذلك يجب الاهتمام بخرسانة الطبان لتعرضها لظروف قاسية .



أشكال الطبائن الطوب

أشكال الطبائن الحجرية

شكل (4-10) طبان من الطوب أو الأحجار

- عند بناء حائط خارجى لن يغطى ببياض أو دهانات ففى تلك الحالة يجب تجهيز سقالة كاملة من خارج المبنى مستقلة عن الحائط وفى تلك الحالة يتم بناء هذا الحائط ووزنه من الخارج مع تفادى سقوط مونه على الحائط وإزالة أى مونة ساقطة .

- يجب رش الحوائط بالمياة لمدة ثلاثة أيام مع عدم معالجة أية حوائط جبسية .

- فى حالة البناء فى مناطق مفتوحة بها ريح شديد فيجب سند الحائط فى الإتجاة العمودى لحفظة من الإنهيار .

- يجب عدم نقل أحمال للحوائط فى الأيام الأولى .

- يجب تحديد أماكن الفتحات من نوافذ وأبواب قبل البناء بكل دقة وتثبيت أعتاب من الخرسانة المسلحة على الحوائط أعلى النوافذ مع التأكد من مساواة عرضها لسمك الحائط

- كلما كان سمك العراميس (سمك طبقة المونة الأفقية أو الرأسية) منتظم (10 - 12 مم) تحسنت جودة البناء .

- عندما يحتاج المهندس لإستخدام حائط من الطوب الظاهر بدون بياض فيجب على المهندس تكحيل الحائط كما يلى :

* تفريغ الفواصل (العراميس) من المونة عمودياً على الحائط بعمق يتراوح بين10، 15مم
* تنظيف الفراغات جيداً بالفرشة .
* تكحيل (وضع مونة فى الفواصل) الفواصل بمونة قوية .
* يتم تلوينها باللون المطلوب وبالسمك المطلوب لتعطى شكل جمالى منتظم .

- يفضل إيقاف الأعمال عند سقوط الأمطار حتى نمنع الإنهيار مع حماية الأجزاء المبنية بأغطية من البلاستيك .

- فى الأجواء الحارة يجب وضع المواد تحت المظلات ويستخدم ماء بارد أو يوضع ثلج مع الحرص على أن لاتزيد درجة حرارة المونة عن 50 درجة مئوية وفى حالة درجات الحرارة العالية والرطوبة المنخفضة والرياح يفضل إيقاف الأعمال ويفضل تغطية المونة فى الجو الحار وبعد البناء مباشرة يفضل تغطية الحوائط بنسيج مبلل .

- يجب التأكد من وجود عزل للحوائط كما هو وارد فى باب العزل .

- يقوم مفتش ضبط الجودة بقياس الأبعاد الأفقية (بين محاور الحوائط) ومنها يمكن الحكم على التفاوتات القصوى كما يلى :

* تفاوت الباكية الواحدة أو لكل 6 متر فى أى إتجاه ± 5 مم بحيث لا تزيد عن ± 12 مم
* تفاوت البعد الكلى للمنشأ = ± 25 مم .

- يحدد مفتش ضبط الجودة الإختلاف الحادث فى الإستقامات الرأسية للحوائط ويمكن الحكم على هذا التفاوت كما يلى :

* لايزيد التفاوت فى رأسية أسطح الحوائط وخط تقاطع الأسطح لكل 6متر إرتفاع ± 5 مم
* لايزيد التفاوت فى إرتفاع المبنى بحد أقصى 30 متر عن ± 25 مم .

- حدود التفاوتات فى الأبعاد الأفقية والرأسية إسترشادية ويمكن إستخدام حدود مواصفات المبنى ولايسمح مطلقاً بدخول المبنى فى مساحة الجار أو زيادة الإرتفاع عن الإرتفاع الممنوع فى الترخيص .

الباب الحادى عشر

11 - العزل ضد الرطوبة والماء .
MOISTURE AND WATER ISOLATION

11 - 1 مقدمة :

العزل هو الوسيلة المناسبه لمساعدة العضو الإنشائى أو المعمارى لمقاومة إختراق الماء لهذا العضو أو زيادة نسبة الرطوبه به نتيجة تعرضه لماء الأمطار أو ماء الإستخدام وتوجد ثمانية مجموعات من المواد العازلة حسب نوع الأساس وهى :

- مواد عازله على أساس بيتومينى ساخن .
- مواد عازله على أساس بيتومينى بارد .
- مواد عازله على أساس مستحلبات بيتومينية .
- مواد عازله على أساس الشرائح البيتومينية .
- مواد عازله على أساس الرقائق البلاستيكية المرنة .
- مواد عازله على أساس المواد الأسمنتيه المعدلة .
- مواد عازله على أساس المواد الراتنجيه .
- مواد مساعدة لأعمال العزل(إضافات ومركبات لاحمه) .

كما تتوافر أنواع خاصة من العزل لن تتعرض لها فى هذا الكتاب مثل عزل الحوائط الحامله بتجفيفها والتخلص من الأملاح بها على أساس مبادئ الأزموزيه الكهربائيه وكذلك العزل بشرائح الرصاص والمعادن الأخرى .

11 - 2 أنواع *المواد* العازلة والمواد المساعده :

11 - 2 - 1 : المواد العازلة على أساس بيتومينى ساخن :

1 - البيتومين الصلب .

وهو ماده سوداء لاصقة تنتج من تقطير بعض أنواع زيوت البترول الخام ويتكون أساساً من مواد هيدروكربونية ثقيلة ويوجد منه عدة أنواع تتفاوت فى الصلابة فى درجات الحرارة العادية ويستعمل هذا النوع فى الخلطات الإسفلتية وكمادة مالئه فى تصنيع الشرائح البيتومينية على أساس عضوى ويجب أن تكون درجة الغرز من 60 الى 225 عند اختباره طبقاً للمواصفات القياسية المصرية رقم 289 ويستخدم فى العزل فى حالة مايكون محتوى البرافينات (الشمع أقل من 2%) .

2 - البيتومين المنفوخ (المؤكسد) .

وهو بيتومين به نسبة الهيدروجين الى الكربون أقل من البيتومين السابق وينتج من معالجة البيتومين الصلب بالهواء تحت ظروف خاصة من درجات الحرارة حتى تصل درجة حرارة الليونة (التطرية باستخدام اختبار الكرة والحلقة) الى درجة مرتفعة ودرجة غرز منخفضة بالنسبة للبيتومين الصلب وهو مرن وله خواص مطاطية ويقاوم التشقق فى درجات الحرارة المنخفضة وينتج منه عدة أنواع تتفاوت فى درجة حرارة التطرية طبقاً للمواصفات القياسية المصرية رقم 195 وتعديلاتها ويستعمل فى أعمال الدهانات وفى تصنيع الشرائح البيتومينية ويجب أن تكون درجة حرارة التطرية للبيتومين المؤكسد من 80 – 120 درجة مئوية وذلك عند اختباره طبقاً للمواصفات القياسية المصرية رقم 291 .

3 - البيتومين المطاطى على الساخن .

هو نوع محسن من البيتومين المؤكسد ويتم تحسين خواصة بإضافة مواد بوليمرية خاصة لزيادة الإستطالة التى تصل الى 300 % لمقاومة التشقق الناتج عن فروق درجات الحرارة ويتحمل هذا النوع درجات حرارة مرتفعة .

4 - البيتومين الناشف :

حيث يتم تقطير البيتومين لطرد الزيوت الثقيلة فيتحول لبيتومين صلابته عالية يستخدم عند التعرض لأحمال ميكانيكية عالية .

5 - المحاليل البيتومينيه :

وهى تتكون من بيتومين مضاف إليه كيروسين .

6 - معلقات بيتومينية حيث يتم تفتيت المواد البيتومينية بالماء .

7 - الخلطة البيتومينية (الماستك) .

هى خلطة جاهزة أو مجهزة بالموقع مكونه من الأسفلت والركام بنسب محددة طبقاً للمواصفات البريطانية رقم 988 ، 1076 ، 1097 ، 1451 ، 1162 ، 1418 ، 1410 حسب مكان الإستخدام ونوع الركام المستخدم بحيث تعطى خلطها عجينة أسفلتية متماسكة غير منفذة تكون فى حالة سيولة عند درجة 200 س° وتكون النسبة المئوية للبيتومين بالخلطة من 13 – 22 % بالوزن ويكون البيتومين المستخدم مطابق للمواصفات القياسية المصرية رقم 193 والركام المستخدم مطابق للمواصفات القياسية المصرية رقم 1109 .

11 - 2 - 2 : المواد العازلة على أساس بيتومينى بارد :

1 - البرايمر البيتومينى .

هو محلول بيتومينى يستخدم على البارد ولا يخفف ويجب أن يكون متجانس القوام يستعمل على الخرسانة كدهان تحضيرى قبل أعمال العزل بالطلاء البيتومينى البارد أو قبل دهان البيتومين المؤكسد فى العزل بالشرائح البيتومينية ويجب أن يطابق مواصفات هيئة إختبار المواد الأمريكية ASTM D 41 .

2 - الطلاء البيتومينى البارد .

وهو محلول بيتومينى ذو لزوجة مرتفعة أساسه البيتومين المؤكسد والمذيبات وإضافات خاصة وتنتج منه أنواع مختلفة حسب نوع ولون الإضافات ويجب أن يطابق مواصفات هيئة إختبار المواد الأمريكية ASTM D2823 أو المواصفات البريطانية رقم BS 3416

11 - 2 - 3 : المواد العازلة على أساس المستحلبات البيتومينية :

1 - المستحلب البيتومينى العادى .

وهو سائل متوسط القوام أسود اللون من مركب واحد يحتوى على مواد مذيبة أو محللة يستعمل مباشرة على البارد وتجف بواسطة التبخر وتسرب المياه الى الأسطح المدهونة ويجب أن يطابق المواصفات الألمانية DIN 18195 Part 2 .

2 - المستحلب البيتومينى المطاطى .

هو سائل متوسط القوام أسود اللون من مستحلب البيتومين والمطاط مع عامل استحلاب كيميائى أو معدنى ويحتوى على مواد مالئه أو ألياف – ويستعمل على البارد مباشرة ولا يحتوى على مواد مذيبة أو محللة ويجف بواسطةالتبخر وتسرب المياة الى الأسطح التى تم الدهان عليها ويكون بعد الجفاف رقائق لامعة لدنه مطاطية يمكنها تغطية الشروخ الشعرية ويجب أن يطابق المواصفات الألمانية DIN 18195 Part 2 ولا تقل نتائج اختبار الممطولية له عن 300 % عند إجراء الإختبار طبقاً المواصفات البريطانية BS.2682 Part 3 .

3 - برايمر المستحلبات البيتومينية :

وينتج من تخفيض المستحلبات البيتومينية العادية أو المطاطية بالماء بنسب مستحلب الى ماء تتراوح بين 1 : 1 و 3 : 1 بالحجم ويتوقف ذلك على مسامية السطح الذى سيدهن ويجب أن تطابق المواصفات الألمانية DIN 18 - 195 Part 2 .

4 - خلطات المستحلبات البيتومينية :

وهى خلطة جاهزة من المستحلب البيتوميني ورمل ناعم قياسى وأسمنت وتتميز بقلة الإنكماش وعدم النفاذية (تطابق المواصفة الألمانية) DIN 18 - 195 Part 2 .

5 - المستحلبات البيتومينية الفضية :

وهو مثل المستحلب البيتومينى العادى ولكن لونه فضى لعكس الحرارة والضوء .

11 - 2 - 4 : الشرائح البيتومينية :

وتنقسم الى :

1 - الشرائح التى تلصق بالبيتومين المؤكسد الساخن :

وهى عبارة عن نسيج من مواد مختلفة تشبع بالمواد البيتومينية أو الراتنجية والنسيج يحقق مقاومات الشد والممطولية المطلوبة والمواد البيتومينية تحقق العزل ومنها .

* الشرائح البيتومينية اللبادية (لباد + مواد بيتومينية) .

* الشرائح البيتومينية على أساس من الألياف الزجاجية . وهى عبارة عن نسيج من الألياف الزجاجية يرابط بمادة راتنجية وعند فردة يشبع بالبيتومين المؤكسد سواء من أسفل أومن أعلى .

* الشرائح البيتومينية على أساس الألياف الطبيعية :
حيث تستخدم نسيج الجوت أو الكتان أو القطن أو لب الأخشاب أو الشعر أو الصوف ويتم كسيها وتشبيعها بالبيتومين .

* الشرائح البيتومينية المعدنية :
حيث يستخدم نسيج من الإسبستوسى أو رقائق من الألومنيوم أو الرصاص المكسية بالبيتومين .

* الشرائح البيتومينية بإستخدام البوليستر .
حيث يستخدم ألياف من البوليستر إما منسوجة أو غير منسوجة وتكون مكسية بالبيتومين .

* ولكل نوع معين وزن للمتر المسطح وسمك يتلائم مع حالة إستخدامه ويجب أن يحقق إشتراطات المواصفة القياسية المصرية رقم 1395 لسنة 1989 وتعديلاتها .

2 - الشرائح البيتومينية المعدلة (الشرائح البيتومينية ذاتية اللصق أو التى تلصق بالتسخين)

وهى شرائح بيتومينية من ألياف البوليستر مصنعة أساساً من بيتومين صلب درجة غرزه من 60 – 200 درجة ، معالج بإضافة بوليمرية مثل SBS & APP للحصول على مطولية ومرونة عالية وهذه الشرائح مصنعة طبقاً للمواصفات الأوروبية (U E A tc) والمواصفات الإيطالية UNI والمواصفات الألمانية DIN 7864 ، DIN 52131 ، DIN 52132 ، DIN 52133 ، ASTM D 3105 وتتراوح أوزان البولى استر المستعمل من 125 – 350 جم/م^2 حسب السمك المطلوب للمنتج النهائى .

ملحوظة :

APP = (Atactic Polypropylene)
SBS = (Styrene Butadiene Styrene)
UEAtc = (European Union of Agreement)

11 - 2 - 5 : الرقائق البلاستيكية المرنة :

هى لفات من مواد بلاستيكية تفرد على الأسطح المطلوب عزلها حسب مواصفات استعمالها – ويوجد منها عدة أنواع مثل :

1 - بولى ايزوبيوتلين PIB
ويجب أن يطابق المواصفة الألمانية DIN 16935

2 - بولى فينيل كلوريد PVC
ويوجد نوع مقاوم للبيتومين يطابق المواصفة DIN 16367
ونوع غير مقاوم للبيتومين يطابق المواصفة DIN 16938

3 - ايثلين كوبوليمر بيتومين ECB
ويجب أن يطابق المواصفة الألمانية DIN 16729

4 - اثيلين بروبلين داين مونومر EPDM
ويجب أن يطابق المواصفة الألمانية DIN 4102 Part 2

11 - 2 - 6 : المواد العازلة على أساس المواد الأسمنتية المعدلة :

مواد العزل الأسمنتى تتكون من رمال نقية ناعمة قياسية وأسمنت فائق النعومة وبعض المواد الكيماوية النشطة – وغالباً تتكون من مركب واحد جاف - وأحياناً تتكون من مركبين أحدهما جاف والأخر سائل و الخليط يحتوى على مواد كيماوية لتحسين خواص الطبقة العازلة . وتختلف نظرية العزل - فبعضها يعتمد على التغلغل لمسافة معينه داخل الجسم الخرسانى المعزول (تصل الى 6 سم) - وبعضها يعتمد على تكوين غشاء عازل تام الإلتصاق بالجسم الأصلى - وبعض المواد تعتمد على الطريقتين معاً . وتصلح هذه المواد للعزل على الخرسانات حديثة الصب أو المتصلدة - وبعضها يصلح لعزل الأرضيات الخرسانية أثناء عملية صب الأرضيات وذلك برشها على السطح قبل تسوية السطح النهائي - وتصلح بعض مواد العزل الأسمنتية لعزل حوائط الطوب والحجر وينتج منها الأنواع التالية :

1 - مواد عازلة أسمنتية بنظرية التغلغل داخل الجسم الخرسانى .

تتم عملية العزل بإستخدام المياه كوسيط بين الماده العازلة والخرسانة لتبدأ سلسلة من التفاعلات الكيماوية المستمرة بين الخرسانة والأسمنت والمادة النشطة (Reactive Powder) داخل المسام الشعرية للخرسانة مكونة بلورات غير قابلة للذوبان وتتحد معها وتصبح جزء لايتجزأ منها وبذلك تصبح الخرسانة مقاومة لنفاذ المياة وبالتالى يحسن من مقاومة الخرسانة للكلوريدات والكبريتات ويستمر التغلغل داخل الجسم الخرسانى لمسافة تصل الى 6 سم حسب طبيعة الخرسانة وهذا النوع من العزل يصلح للعزل الموجب والسالب أى على السطح المعروض لضغط المياه أو الجانب المقابل ويجب أن تتطابق المادة عند إختبارهامع ما يلى : -

- عند اختبار نفاذيتها للمياة طبقاً للمواصفة الألمانية DIN 1048 . يجب أن تقل النفاذية بالقدر المطلوب .

- عند اختبار صلاحية مادة العزل لخزانات مياة الشرب يلزم ألا يتغير لون أو رائحة أو طعم المياه بعد فترة الإختبار ويظل الماء مطابقاً للمواصفات القياسية المصرية لمياه الشرب رقم 190 DIN 1048 .

- عند اختبار المقاومة الكيماوية للمونة العازلة طبقاً لمواصفات هيئة إختبار المواد الأمريكية رقم ASTM C 321 يلزم ألا يقل جهد الترابط عن 8 كجم/سم^2 .

* وكأمثلة للمواد السابقة :

- إستخدام فلوريد السيليكون .
هيدروكسيد الكالسيوم (من الخرسانة) + فلوريد السليكون ←—— سليكوفلوريدات الكالسيوم (مادة غير قابلة للذوبان وحجمها أزيد فتغلق الفراغات).

- إستخدام ماء الزجاج السائل (أملاح سليكات الصوديوم والبوتاسيوم) حيث ينتج عنها سليكات الصوديوم والتى تعالج بمادة كيميائية أخرى (مثل حمض الهيدروكلوريك) فينتج حمض سيلسيلك غير منفذ وهذه المادة غير مفضله إستخدامها لأنها تزيد PH للخرسانه .

2 - مواد عازلة أسمنتية بتكوين غشاء عازل على السطح المعزول .

يتم العزل بتكوين غشاء عازل شديد الإلتصاق بالسطح الخرسانى أو الأسمنتى أو الطوب أو الحجر - ويجب أن تعطى النتائج الأتية عند اختبارها طبقاً لمواصفات هيئة إختبار المواد الأمريكية والمواصفات الألمانية والمواصفات المصرية .

- جهد الترابط لايقل عن 8 كجم /سم^2 طبقاً لـ ASTM C 321
- مقاومة الشد لايقل عن 8 كجم /سم^2 طبقاً لـ ASTM C 109

- الإنكماش 0.06 % بعد 25 يوم طبقاً لـ ASTM C 321

- النفاذيـة (صفر) طبقاً لـ DIN 1048

- الصلاحية لعزل خزانات مياه الشرب يجب ألا يتغير لون رائحة أو طعم المياه بعد فترة اختبار ويظل المياه مطابقاً للمواصفات القياسية المصرية رقم 190 .

11 - 2 - 7 : المواد العازلة على أساس المواد الراتنجية :

تتميز الراتنجات (البوليمرات) وخاصة الإيبوكسات بعد تصلبها بمقدرة عالية على مقاومة إختراق السوائل لها وكذلك بمقدرتها على مقاومة مهاجمة الأملاح ولذلك فإن المواد العازله على أساس المواد الراتنجيه تتميز بخواص عزل ومقاومة للمواد الكيمائية بجانب تميزها بمقاومة عالية للأحمال الميكانيكية وتتكون غالباً من مركبين راتنج resin ومصلب Hardener ويحدث التصلب نتيجة تفاعلات كيمائية وتوجد راتنجات على أساس من الإيبوكسى أو البولى يوريثان أو البولى استر ويمكن خلطها بمواد مالئة لعمل مون عازلة أو إضافة الزنك أو مركباتة لها للعزل ضد الصدأ أو إضافة القار - كما يمكن تلوينها بملونات خاصة . وتوجد أنواع خاصة منها ذات أساس مائى تصلح للعزل على الأسطح الرطبة ويجب أن تطابق المواد الراتنجية على أساس الإيبوكسى مواصفات هيئة إختبار المواد الأمريكية ASTM C 881 .

11 - 2 - 8 : المواد المساعدة المستعملة فى أعمال الطبقات العازلة :

1 - الإضافات الخرسانية لتقليل النفاذية .

وهى مادة تضاف للخرسانة أثناء خلطها لأجزاء المنشأ المطلوب عزلة ضد المياه وتضاف أثناء خلط الخرسانة وتؤدى الى تقليل نفاذية الخرسانة بالإضافة لرفع مقاومتها وزيادة قابلية التشغيل والدمك وتقلل من إحتمالات تعشيش الخرسانة .
ويتم إختبار نفاذية الماء على عينات خرسانية طبقاً للمواصفة الألمانية (DIN1048 Part 1) بحيث لايقل النقص فى مدى تغلغل المياة فى الخرسانة ذات الإضافة عن 30% من التغلغل فى الخلطة القياسية الخالية من الإضافة . ويجب التنوية على أن تلك المواد تقلل من نسبة الماء للأسمنت فتقلل النفاذية أو أنها تساعد على تكوين جل جديد واستخدام مواد ناعمة جداً تملأ الفراغات

2 - دهانات فواصل الصب .

هى مواد لمعالجة أماكن فواصل الصب وتعمل على لحام الخرسانات الجديدة ولها خواص عازلة ويتوافر منها أنواع مختلفة ذات أساس البوتادين ستيرين أو أيبوكسى . والمواد التى أساسها البوتادين ستيرين تطابق مواصفات الجمعية الأمريكية للإختبار رقم ASTM C 631 والمواد التى أساسها الإيبوكسى تطابق مواصفات الهيئه الأمريكية لإختبار المواد رقم ASTM C 881 . وهذه المواد يجب دهانها بالمعدلات وبالطريقة التى ينص عليها المورد قبل صب الخرسانة الجديدة .

3 - مون خاصة للترميمات :

هى مون خاصة تستعمل لأعمال الترميمات فى المنشأ قبل إجراء العزل لضمان كفاءته وتقليل معدلات الإستهلاك لمواد العزل وتتميز بقوة اللصق مع الجسم الأصلى وعدم الإنكماش ولها إجهاد ضغط أو شد يساوى أو يزيد عن الإجهاد الأصلى وذلك بإضافة عدة مركبات كيماوية خاصة للخلطات وتتنوع هذه المون حسب أساس كل نوع .

1-3 أنواع أساسها بوليمر مضاف اليه مواد أسمنتية تخلط مع الماء بنسبة من 9-12 % لتكون المونة المطلوبة .

2-3 أنواع أساسها بوليمر مضاف الية مواد أسمنتية وألياف تخلط مع الماء بنسبة 9-12 % لتكون المونة المطلوبة .

3-3 أنواع أساسها بولمر أسمنتى سريعة الشك (زيادة المصلب) تخلط بالماء لتكون عجينه توضع فى عيون المياه المتسربة فتسدها خلال 0.5 – 4 دقائق . وتتوقف المدة على درجة الحرارة أثناء التشغيل ومواصفات الشركة المنتجة .

4-3 أنواع أساسها إيبوكسى وتتكون من مركبين أو ثلاثة مركبات أحدهما الراتنج Resin والآخر المصلب Hardener ومواد مالئه Filler من الكوارتز المتدرج مع مواد ناعمة مثل بودرة الحجر أو الأسمنت – والمواد المالئة تكون منفصلة أو مضافة مع الراتنج كما فى الأنواع ذات المركبين – كما تتوافر أنواع منخفضة اللزوجة تصلح لحقن الشروخ تحت ضغط بماكينات حقن خاصة – وأنواع المون الأسمنتية يجب أن تتطابق هيئة إختبار المواد الأمريكية ASTM C 38778 TYPE 111 أما النوع الإيبوكسى فيجب أن يطابق ASTM C 88178 TYPE 111 .

4 - مركبات ملء وحشو الفواصل :

هى مواد من مركب واحد أو مركبين لحشو وملء جميع أنواع الفواصل بالمنشأ قبل أعمال العزل وكذلك للتحبيش حول وحدات الإضاءة أو مواسير المداخل والمخارج فى مناطق العزل وتتوافر بالأنواع الآتية :

- مركبات حشو فواصل أساسها بولى سلفيد .
تطابق مواصفات الجمعية الأمريكية للإختبار والمواد 74 – ASTM D 1850 .

أو المواصفة البريطانية B.S 4254

- مركبات حشو أساسها بولى بوريثان قار أو بولى يوريثان فقط .
تطابق المواصفة البريطانية B.S. 4254 , B.S. 5215-76

- مركبات حشو فواصل أساسها السيليكون ويلزم أن تطابق المواصفة البريطانية B.S. 5889

- مركبات حشو فواصل أساسها البيتومين المطاطى ويلزم أن تطابق مواصفات هيئة إختبار المواد الأمريكية ASTM D 1850 .

- القطاعات المانعة لتسرب المياه عند الفواصل WATER STOP .
عبارة عن قطاعات يتم تثبيتها فى الفواصل قبل صب الخرسانات لمنع نفاذية المياه عند فواصل الإنشاء أو فواصل التمدد والإنكماش وتصنع من البولى فينيل كلوريد (PVC) أو من المطاط أو من PVC مع المطاط أو البولى إيثيلين أو الحديد الغير قابل للصدأ – وتتوافر قطاعات مختلفة ولعدد من الأسماك والمقاسات – ويلزم أن تطابق المواصفات الألمانية DIN 54504 / 53455 ومواصفات الجمعية الأمريكية للإختبار والمواد رقم ASTM D 638

11 - 3 : أعمال تنفيذ الطبقات العازلة .

إشتراطات التنفيذ التالية ومعدلات استخدام المواد العازله المذكورة فى هذا الفصل يمكن إتباعها أو إتباع أى طريقه يحددها المهندس الإستشارى بالإشتراك مع الشركة المنتجة لتحديد المعدل المناسب حسب ظروف كل مشروع وطبيعة الموقع.
والأشكال من شكل (11-1) وحتى شكل (11-6) توضح أمثلة لتنفيذ تلك الطبقات وطرق العزل لحالات مختلفة.

11 - 3 - 1 : إشتراطات عامة :

هذه الإشتراطات ضرورية عند العزل بأى نوع من أنواع المواد العازلة السابق ذكرها .

1- يجب أن يتم تنظيف الأسطح المراد عزلها جيداً قبل أعمال العزل ويشمل ذلك إزالة الأتربة والشوائب والمونة الساقطه وأثار الزيوت والشحوم وأى مواد غريبة وكذلك صدأ الحديد فى حالة عزل الأسطح المعدنية لضمان التصاق طبقات العزل بالأسطح المراد عزلها .

2- يجب إزالة الأجزاء المفككة ومعالجة أماكن التعشيش والشروخ فى الأسطح الخرسانية بالمون الخاصة بالترميم أو الحقن .

3- يتم قص أسياخ الزراجين لعمق لا يقل عن 5 مم تحت منسوب السطح ثم تملأ بالمون الخاصة بالترميم .

4- يتم علاج نقاط إلتقاء الأسطح الرأسية مع الأفقية وكذلك أماكن فواصل الصب بالمون الخاصة بذلك وعمل ميول بالمونه لتكون على هيئة وزره .

5- يجب عمل تصميم مناسب لطبقات العزل وعددها يلائم الظروف المحيطة مثل نوعية الأسطح والضغط الهيدروستاتيكى للمياة وكذلك درجات الحرارة والمواد الكيماوية الموجودة فى الموقع ومراعاة العزل الموجب أو السالب .

6- يجب تخصيص أماكن لتخزين المواد المستخدمة فى العزل تكون مستوفاة لشروط التهوية والحماية من العوامل الجوية وكذلك المواصفات الخاصة بشروط تخزين كل مادة .

7- يجب دراسة الميول اللازمة نحو مجارى الصرف وعمل الحماية اللازمة للطبقة العازلة حسب مواصفات كل نوع من المواد العازلة .

8- يجب تحديد أماكن التركيبات الميكانيكية والمداخل والمخارج أو ماشابهها ومحاولة التقليل من الفتحات والتحبيش حولها بمونة عديمة الإنكماش – كذلك ملء الفواصل إن وجدت بمركبات حشو الفواصل المطاطية .

9- فى حالة وجود تجمعات مياه ورشح يلزم نزح المياه وسحبها طوال فترة العمل كذلك مراعات أنواع العزل التى يلزم لها أسطح جافة تماما مثل بعض المواد الراتنجية والمواد التى يلزم لها أسطح رطبة مثل المواد العازلة الأسمنتية .

10- يجب غلق نقاط تسرب المياه وذلك بإيقاف التسرب بالمون سريعة الشك قبل البدء فى العزل .

11- فى حالة عزل خزانات مياه أو صوامع مواد غذائية بمادة عازلة كطبقة نهائية بدون حماية يلزم التأكد أن المادة المستعملة غير ضارة بمياه الشرب بعد تمام تنفيذ العزل .

11 - 3 - 2 : تنفيذ المواد العازلة على أساس البيتومين الساخن :

1- إشتراطات خاصة :

- يجب ألا تزيد درجة حرارة المواد عند التسخين عن 180 س° .
- يجب عدم تخفيف البيتومين لأى سبب أثناء الإستعمال .

2- العزل بمواد البيتومين الصلب والبيتومين المؤكسد الساخن :

لا تستعمل هذه المواد بمفردها كطبقات عازلة وانما يستعمل البيتومين الصلب فى تصنيع الخلطة البيتومينية (الماستك) أما البيتومين المؤكسد فإنه يستعمل كمادة لاصقة فى تركيب الشرائح البيتومينية وكأساس فى تصنيع المواد البيتومينية على البارد .

3- العزل بإستخدام البيتومين المطاطى على الساخن :

يسخن البيتومين المطاطى بواسطة وسيلة تسخين غير مباشرة لدرجة حرارة 180 س° ثم يتم سكب البيتومين المطاطى على السطح المراد عزلة ويتم فرده بإستعمال فرشاه خاصة تسمح بتكوين سمك حوالى 3 مم وهذا النوع له خاصية مطوليه يعبر عنها بالإستطالة التى تصل الى300% ثم يتم عمل طبقة الحماية .

ويستعمل هذا النوع فى عزل أسطح الكبارى وفى الجراجات والخزانات والفراندات – كما يستعمل فى ملء الشروخ الأفقية وفى ملء الفواصل فى أعمال الرصف الأسفلتى .

11 - 3 - 3 : تنفيذ العزل بالشرائح البيتومينية :

1 - الإشتراطات الخاصة :

1-1 يتم دهان البادئ (البرايمر) البيتومينى كطبقة تحضيرية على الخرسانة المستوفاة للشروط .

1-2 يتم إستعمال البيتومين المؤكسد فى لصق الشرائح .

1-3 يجب مراعاة الأعمال التى لها علاقة بالعزل والتنسيق فيما بينها مثل العزل الحرارى وعمل فواصل التمدد والصرف والتركيبات الخاصة .

1-4 يتم العزل بإستخدام طبقات من الشرائح مع طبقات من الدهان البيتومينى الساخن طبقاً للتصميم ويجب أن تكون الشرائح تامة الإلتصاق بالسطح وببعضها .

1-5 يتم عمل ركوب للشرائح لمسافة 10 سم على الأجناب و 15 سم فى نهاية اللفات .

1-6 لا يسمح بدهان البيتومين الساخن لأكثر من 90 سم أمام اللفات .

1-7 يجب ألا يقل وزن المركب البيتومينى الساخن عن 1.5 كجم/م^2 لكل من الأوجه الثلاثة كحد أدنى .

1-8 يتم لصق الشرائح من المنسوب الأقل الى المنسوب الأعلى سواء فى الحوائط الرأسية أو الأسقف المائلة .

1-9 يتم فرد وتفصيل الشرائح على السطح المطلوب عزلة قبل اللصق ثم يتم لف اللفة حتى منتصفة ثم يتم فرد البيتومين المؤكسد اللاصق بالمعدل المطلوب أمام اللفة ثم يفرد الجزء الذى تم لفة بحيث يكون تام الفرد وخالى من الإنكماشات والتجاعيد ويتم الضغط علية لضمان تجانس طبقة تلاصق ثم تكرار العمل للنصف الأخر .

1-10 يلزم وضع شرائح مانعة للأبخرة بوزن لايقل عن 1.3 كجم/م^2 على الأسطح الخرسانية والخشبية فى حالة تركيب العازل الحرارى أسفل عزل الرطوبة .

2- تحديد نوع الشرائح وعددها :

1-2 عزل القواعد والسملات ورقاب الأعمدة .
يتم إستعمال طبقة من الشرائح البيتومينية على أساس من الألياف الزجاجية كطبقة أولى ثم طبقة أو أكثر من الشرائح على أساس من نسيج الجوت حسب التصميم وكحل بديل يمكن إستعمال شرائح بيتومينية معدلة على أساس من البولى استر سمك 4 سم وتلصق بالباشبورى أو عدة طبقات من الجوت.

2-2 عزل البدرومات والأرضيات والحوائط السانده والخزانات الأرضية :
يكون الغرض من هذا العزل منع دخول المياة الجوفية أو السطحية الى المبانى من المساحات المحيطة وتكون المياه فى هذه الحالة تحت ضغط هيدروستاتيكى ويلزم فى هذه الحالة تصميم عدد الطبقات طبقاً للضغط الهيدروستاتيكى كما يلزم اختيار نوع الشرائح لتكون مقاومة لآية كيماويات أو كبريتات موجودة فى التربة وأن تكون جميع المواد المستخدمة مطابقة للمواصفات ومراعاة الدقة فى التنفيذ حيث يصعب الوصول الى هذه الطبقات بعد تنفيذها وصعوبة عمل الإختبارات أو إجراء أية ترميمات .
ويتم التنفيذ بتخفيض منسوب المياه وسحبها بالطلمبات ثم سد آية فتحات بالمون الخاصة وفى حالة وجود مخارج لمواسير أو خلافه يتم معالجتها ثم العزل بثلاثة طبقات من الشرائح البيتومينية على أساس من نسيج الجوت بالإضافة الى أربعة أوجة بيتومين مؤكسد أو كحل بديل طبقتين من الشرائح البيتومينية المعدلة على أساس البولى استر سمك 4 سم والتى تلصق بالباشبورى

** وفى حالة تركيب الطبقة العازلة من الخارج يلزم مراعاة ما يلى :

- يجب أن يكون الفراغ خارج الحوائط 60 سم على الأقل لتسهيل عملية التركيب .
- يجب أن تكون الطبقة العازلة مستمرة وخاصة عند الأركان الخارجية للحوائط .
- بمجرد لصق الشرائح على الأسطح الأفقية يتم تغطيتها بلياسة أسمنتية ثم صب البلاطة الخرسانية فور الإنتهاء من اللياسة .
- يلزم بناء حوائط الحماية بعد الإنتهاء من تركيب الطبقات العازلة الرأسية من الخارج .

** وفى حالة تركيب الطبقة العازلة من الداخل يلزم مراعاة ما يلى :

- يتم حفر لمسافة 30 سم بجانب الحوائط للحفاظ عليها جافة أثناء التركيب .
- يلزم أن تكون الحوائط تامة البناء لكامل الإرتفاع قبل البدء فى العزل .
- تركيب شرائح عرض 20 سم عند زاوية تقابل الحائط بالأرضية وتلصق بالبيتومين المؤكسد ثم لصق الشرائح البيتومينية بحيث تصل نهايتها الى داخل الزاوية التى تم تركيبها أولاً .
- تغطية الشرائح بطبقة حماية أسمنتية 5 سم ثم تصب خرسانة أرضية وحوائط خرسانة كوزن معادل حسب التصميم .

3-2 عزل الحمامات والمطابخ :
يتم استعمال طبقتين من الشرائح البيتومينية على أساس من نسيج الجوت مع ثلاثة أوجة من البيتومين المؤكسد الساخن أو كحل بديل طبقة أو طبقتين من الشرائح البيتومينية المعدلة على أساس من البولى استر سمك 4 سم والتى تلصق بالباشبورى .

ويجب أن يتم عمل الطبقة العازلة تحت جميع مواسير الصرف مع عمل شريط عرض 30 سم كطبقة تقوية عند الأركان وعمل وزارة ترتفع 10 سم فوق منسوب الأرضية النهائى ولا يسمح عمل قطع بالطبقات العازلة أثناء تركيبات الأدوات الصحية لأى سبب .

4-2 عزل أفقى لحوائط الأساسات :
يتم إستعمال شريحة واحدة من أساس من نسيج الجوت أو البولى استر مع طبقتين من البيتومين المؤكسد وذلك بعد تسوية السطح بمونة أسمنتية ليجف ويجب أن يقل عرض الشريحة 3 سم عن عرض الحائط . .أو كحل بديل طبقة من شرائح البيتومين المعدل على أساس من البولى استر سمك 4 سم والتى تلصق بالباشبورى .

5-2 عزل الأسطح الخرسانية :
يتم إستعمال طبقتين من الشرائح البيتومينية على أساس من لباد بيتوميتى مع ثلاثة أوجة من البيتومين المؤكسد الساخن أو كحل بديل يمكن إستخدام شرائح ذات أساس جوت أو بولى استر أو خلافة حسب ظروف المكان وتكاليف العملية ويجب مراعاة عمل زاوية ركن عند التقابلات بالزوايا ثم تركيب شريط إضافى من الشرائح عرض 30 سم عند الزوايا . وكحل بديل لشرائح المؤكسد يمكن استعمال طبقة واحدة من شرائح البيتومين المعدل على أساس من البولى استر أو الفيبر جلاس سمك 4 سم والتى تلصق بالباشبورى .

6-2 عزل الأسطح الخشبية :
فى هذه الحالة يتم تثبيت طبقة اللباد المشبع بالبيتومين فوق السطح الخشبى مباشرة بواسطة مسامير خاصة بورد خاصة ثم يتبع نفس خطوات بند العزل على الأسطح الخرسانية .

11 - 3 - 4 : طرق استخدام المواد البلاستيكية فى العزل :

أ - إعداد السطح :
يلزم أن يكون السطح نظيفاً مستويا وخالياً من أية بروزات أو نتوءات أو تشققات وكذلك خالياً من الشوائب والعيوب والشحوم والزيوت وفى حالة تعذر إزالة البروزات أو النتوءات وهى أهم عيوب الأسطح المراد عزلها يلزم وضع طبقة من مادة مستوية كاللباد بسمك خفيف (5مم) وذلك لعمل سطح مستوى يحمى الرقائق البلاستيكية من الخدش أو الإختراق وهو مايعنى تلف العزل تماماً .

ب - طرق فرد وتثبيت العزل البلاستيكى :
يجب الرجوع فى هذا المجال الى مواصفات وتوصيات الشركات المنتجه لهذه المواد أولاً فهى التى تحدد الطريقة المناسبة لمنتجاتها .
وتوجد عدة طرق مختلفة للصق وتثبيت الرقائق البلاستيكية منها :

1 - اللصق بإستخدام البيتومين الساخن .
وتستخدم هذه الطريقة فى لصق وتثبيت الرقائق المتوافقة مع البيتومين حيث يدهن البيتومين الساخن على السطح المراد عزلة بالفرشاه ثم تلصق الرقائق عليه .

2 - التثبيت الميكانيكى :
ويكون على مسافات معينة ويتم وضع عدد من مسامير التثبيت حسب طبيعة السطح ونوع الرقائق البلاستيكية والإجهادات المعرضة لها بحيث لا تسبب أدوات التثبيت أى تلف

ميكانيكى أو كيميائى للشرائح البلاستيكية ويمكن كذلك إستخدام المواد اللاصقة على البارد المتوافقة مع الرقائق البلاستيكية كوسيلة مساعدة للتثبيت الميكانيكى .

3 - طريقة التثبيت بوضع أحمال دائمة فوق الرقائق البلاستيكية المرنة بعد حمايتها برقائق حماية مختلفة ثم ضغطها بواسطة أحمال دائمة فوقها فتتم عملية التثبيت .

4 - حماية الرقائق البلاستيكية :
يلزم حماية الرقائق البلاستيكية بطبقات حماية فوقها سواء من الزلط أو البلاط وفى حالة عدم وجود هذه الطبقات يلزم أن تكون الرقائق البلاستيكية من النوع المقاوم للأشعة فوق البنفسجية حيث ستكون معرضة لأشعة الشمس المباشرة .

ج - طرق لحام الوصلات عند تركيب الرقائق البلاستيكية المرنة .

توجد عدة طرق للحام الوصلات تتوقف على نوع الرقائق البلاستيكية المستخدمة ومكان اللحام سواء بالمصنع أو بالموقع وفى جميع الحالات يلزم أن يكون سطح اللحام جافاً ونظيفاً وخالياً من الأتربة .
وفى الرقائق البلاستيكية ذات سمك 1,5 مم فأكثر يتم شطف الحافة السفلية ميكانيكياً أو بالحرارة وذلك فى منطقة اللحام .

ج - 1 طرق لحام الوصلات :
- اللحام بإستعمال المذيبات :
وفى هذه الحالة يتم عمل تنميش (etching) لأسطح الرقائق عند منطقة اللحام بالمذيبات ويتم عمل وصلة بالضغط مباشرة وعرض اللحام يجب أن يطابق مواصفات الموضوعه عن طريق الإستشارى ويصلح لحام المذيبات للرقائق البلاستيكية من نوع P.I.B ، P.V.C .

- اللحام بالهواء الساخن والغازات الساخنة :
يتم توجيه الهواء الساخن الى منطقة اللحام ويتم عمل الوصلة بالضغط المباشر ويكون عرض اللحام طبقاً للمواصفات الموضوعه ويصلح هذا النوع من اللحام للرقائق من الأنواع EPDM , P.V.C , E.C.B .

- لحام الوصلات بماكينة اللحام (المكواة) :
وفيما يتم تسخين مكان الوصلة ثم يتم الضغط عليها مباشرة وأيضاً لا يقل عرض اللحام عما هو موجود فى المواصفات ويصلح هذا النوع من اللحام لوصلات الرقائق من أنواع P.V.C , E.C.B .

- اللحام بالبيتومين الساخن :
وفى هذه الحالة يتم اللحام على السطحين الداخليين لمنطقة اللحام بإستعمال البيتومين الساخن وفى هذه الحالة يجب أن لايقل عرض الركوب عن 10 سم وتصلح هذه الطريقة لأنواع P.V.C المتوافقة مع البيتومين الساخن وكذلك رقائق EPDM .

- اللحام بالتردد العالى :
وتصلح هذه الطريقة فى المصنع فقط ويجب ألا يقل عرض اللحام عن 5 سم .

ج - 2 عرض اللحام أثناء التركيب :

- رقائق P.I.B يتم لحامها بالمذيبات Solvent وعرض اللحام لايقل عن 3 سم .

- رقائق P V C يتم لحامها بالهواء الساخن وماكينة اللحام (المكواة) وعرض اللحام لايقل عن 2 سم للحام المفرد (ناحية واحدة) 1.5 سم للحام المزدوج (من ناحيتين) .

- رقائق E . C. B يتم لحامها بالهواء الساخن أو بماكينة اللحام (المكواة) ويجب أن لايقل عرض اللحام عن 3 سم اللحام و 1.5 سم اللحام المزدوج وذلك فى حالة اللحام بإستخدام المكواة (ماكينة اللحام) .
أما فى حالة استخدام الهواء الساخن فيجب أن لايقل عرض اللحام عن 3 سم اللحام و 2 سم فى اللحام المزدوج .

- فى الرقائق من نوع EPDM لايقل عرض اللحام عن 10 سم .

ج 3- طرق إختبارات الجودة للحامات :
توجد عدة طرق لإختبار للحامات والوصلات هى :

- طريقة الإختبار بإستعمال الشنكار ويتم ذلك بالمرور بالشنكار على طول حافة اللحام لإكتشاف أى أماكن أو نقط غير ملحومة .

- إختبار اللدونة والتطرية Plasticity and softening .
ويستخدم هذا الإختبار فى الرقائق التى يتم لحامها بالهواء الساخن وذلك بإستخدام هواء ساخن درجة حرارتة 150 م بحيث تقاس درجة الحرارة على بعد 5 مم من فوهة مصدر الهواء الساخن وتستخدم لهذا الغرض فوهة مدببة أو مسطحة بعرض لايزيد عن 20 مم ولايصلح هذا الإختبار للرقائق من نوع E . C . B .

- الفحص البصرى Visual inspection .
ويصلح للرقائق البلاستيكية من نوعى PIB , ECB وذلك بإختبار نقاط اللحام بالعين المجرد لضمان استمرارية اللحام وخلوه من العيوب أو الفقاعات الهوائية . أو وجود مناطق لم يتم لحامها .

- الهواء المضغوط Compressed air .
يتم فية ضغط الهواء بين خطى اللحام المزدوج والذى يكون بين 10 – 20 مم ويكون الضغط حوالى 20 بار لمدة خمس دقائق على الأقل وهذا الإختبار لايصلح لإختبار رقائق PIB .

- تفريغ الهواء Air Vacuum :
يستعمل لهذا الإختبار جهاز خاص لتفريغ الهواء فوق منطقة اللحام المختبرة بإستعمال سائل إختبار خاص ويتم بوضع ناقوس الجهاز فوق منطقة اللحام بعد وضع سائل الإختبار عليها ثم تفريغ الهواء حتى 0,2 بار (فى حالة الرقائق البلاستيكية من نوعى PIB) وحتى 4 بار (فى حالة باقى أنواع الرقائق البلاستيكية). ويلزم فى هذا الإختبار ألا تظهر أية فقاعات هوائية .

تختبر الشرائح التى تثبت بالبيتومين الساخن بإختبار الشنكار واللدونة والفحص البصرى .

أما الشرائح التى تثبت بطريقتى التثبيت الميكانيكى والأحمال الدائمة يستخدم لها إختبار الهواء المضغوط فى الأجزاء التى لايمكن فحصها وذلك للحامات الطولية . أما اللحامات القصيرة فتختبر بإختبار الشنكار واللدونة بالإضافة الى الفحص البصرى وذلك لنقط الأركان أما اماكن الفواصل حرف T والمحيط فتختبر بطريقة التفريغ الهوائى .

11 - 4 طرق إختبار الطبقات العازلة :

هذا الباب يختص بالإختبارات التى تتم فى الموقع لضمان فاعلية العزل المنفذ ولإجراء عملية ترميمات العزل إذا ظهرت عيوب – وهذه الإختبارات لتأكيد أن المواد العازلة نفذت بطريقة سليمة مطابقة للمواصفات – أما المواد المستعملة فى العزل يتم إختبارها فى معامل إختبارات المواد المعتمدة أو معامل الشركة الموردة فى وجود مندوب المالك لضمان مطابقتها للمواصفات كمرحلة سابقة لتنفيذ العزل (مثل وزن المتر المسطح ومقاومة الشد والممطولية .....إلخ) .

أولاً : إختبار عزل الحمامات والمطابخ والأسطح .

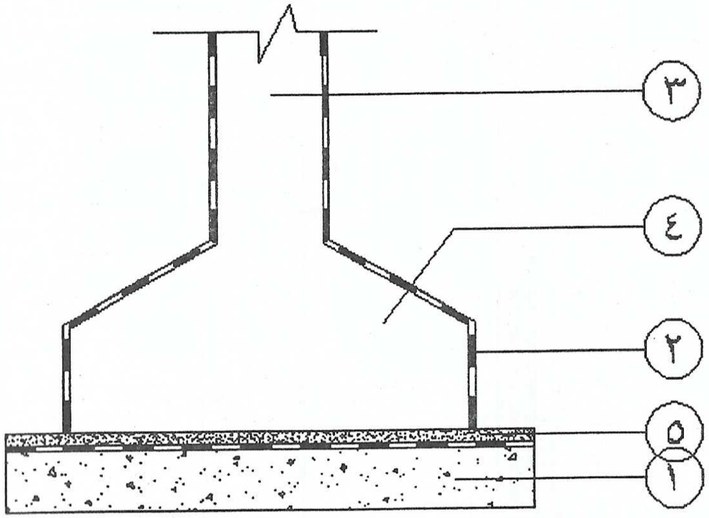
بعد إتمام العزل يغطى بلياسة أسمنتية سمك 1 سم يضاف لها الإضافات الخاصة لتقليل النفاذية ثم ملء المكان المراد إختبارة بالمياة النظيفة لإرتفاع من 10 -15 سم وتترك لمدة 48 ساعة ويعتبر العزل جيداً فى الحالة التى لا يزيد فيها نقص المياه عن المقدر فقده بالبخر حسب ظروف كل موقع – وكذلك عدم ظهور أى رشح أو رطوبة من أسفل للمسطحات التى تم إختبارها خلال 48 ساعة أخرى من إزالة مياة الإختبار (بعض العملاء لايضعوا طبقة اللياسه).

ثانياً : إختبار عزل خزانات المياة العلوية :

بعد تمام عزل الخزان حسب المواصفات وقبل عمل الحماية يتم ملء الخزان بالمياه حتى نهاية إرتفاعه ويترك لمدة إسبوع ويصبح العزل جيداً فى الحالة التى لا يظهر فيها أى رشح أو رطوبة من الخارج وكذلك عدم نقص فى المياه إلا مايوازى قيمة البخر العادى حسب درجات الحرارة بالموقع .

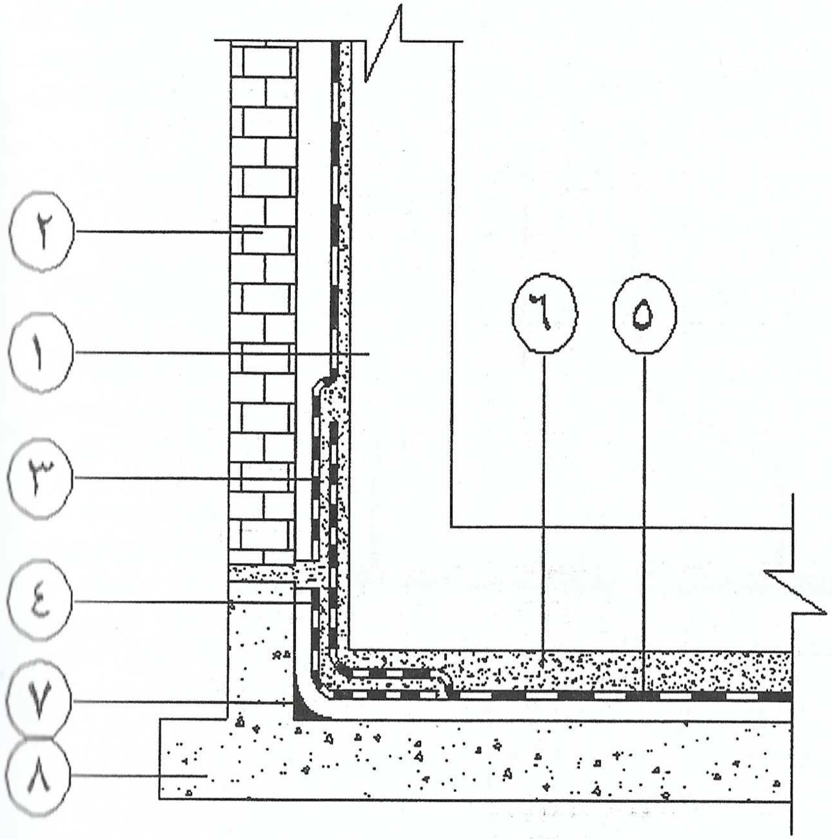
ثالثاً : إختبار عزل خزانات المياة الأرضية والبدرومات :

يمكن عمل إختبار لهذه الأعمال فى حالة وجود فراغات حولها من الخارج بعد إتمام العزل من الداخل والخارج حسب المواصفات . يتم الردم حولها لنصف الإرتفاع ثم تغمر بالمياه حتى تتشبع تربة الردم تماماً بالمياة وتترك أسبوع ويصبح العزل ناجحاً فى حالة عدم ظهور أية رطوبة أو رشح مياة بالداخل وإلا تتم إعادة العزل وإصلاحة ثم إستكمال الردم بعد ذلك .
وهناك كثيراص من أعمال العزل لا يمكن إجراءات اختبارات عليها مثل عزل الأساسات وعزل البدرومات المحاطة بتمبانى والأسطح المائلة وفى هذه الحالة يتم الإعتناء جيداً بإختيار المواد ونوع العزل وزيادة المعدلات للمواد العازلة فى حدود 25 % عن الأعمال العادية وكذلك الإعتناء بالإشراف على التنفيذ وإسناد التنفيذ لشركات متخصصة لها سابقة خبرة بهذه الأعمال .



1- خرسانه عادية
2 - دهان بيتومين مطاطي
3- العمود الخرساني
4- خرسانه مسلحه
5- مونه حماية اسمنتية

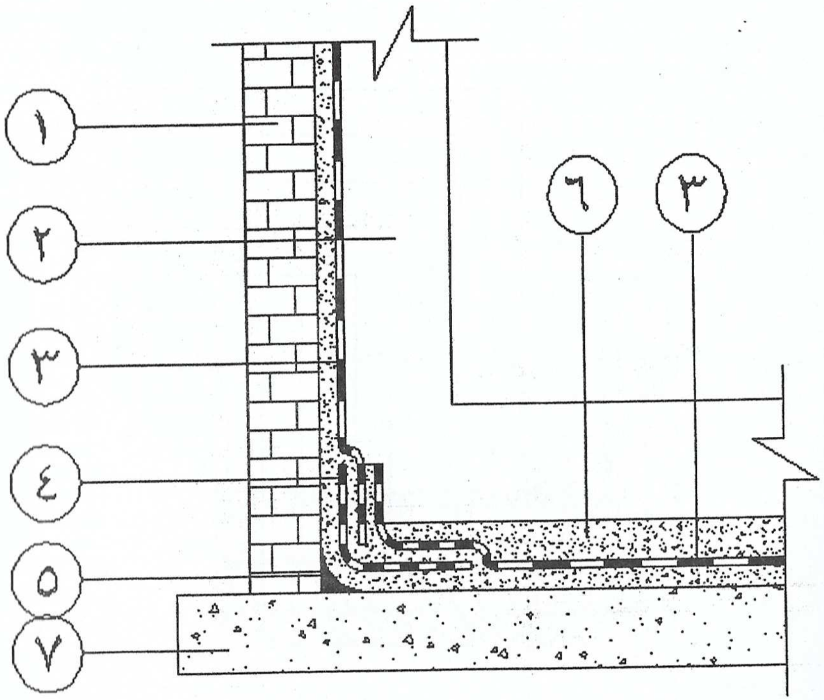
شكل رقم (11 - 1) عزل القواعد الخرسانيه المسلحة بالبيتومين المطاطي الساخن



1- قميص خرسانة مسلح
2- حائط طوب يراد عزله
3- الشرائح البيتومينيه
4- شريحه اضافيه علي الزاويه

5- شرائح أفقيه
6- مونه اسمنتيه
7- مونة زاوية الركن
8 - خرسانه عادية

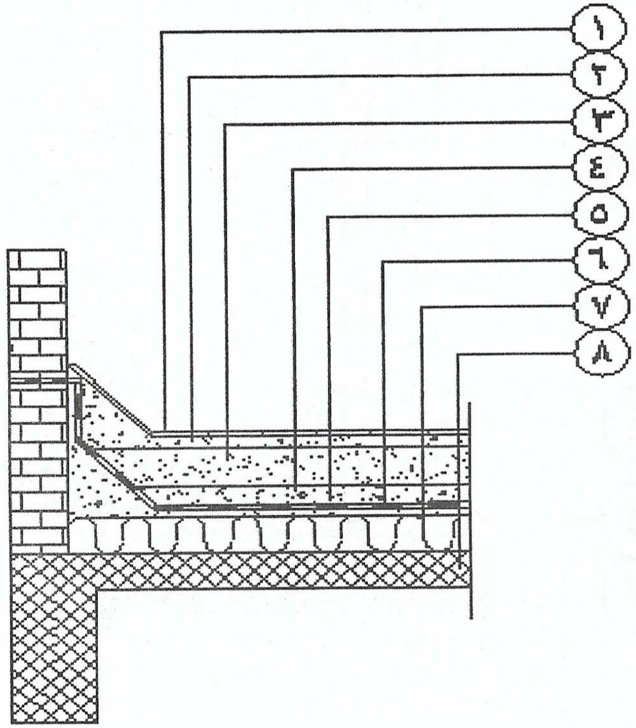
شكل رقم (11 - 2) عزل الارضيات و الحوائط من الداخل بالشرائح البيتومينية



1- حائط حمايه من الطوب
2 - خرسانة مسلحة يراد عزلها
3- شرائح بيتومينية أفقيه ورأسية
4- شريحه إضافية

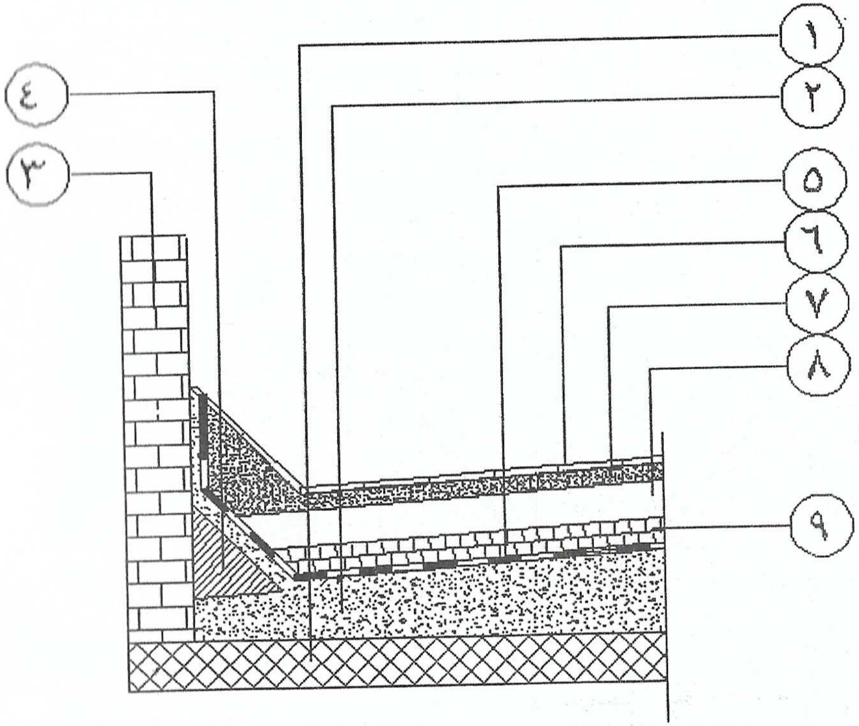
5- مونة وزرة ركن
6- مونه حمايه اسمنتية
7- خرسانة عادية

شكل رقم (11 - 3)عزل الحوائط و الارضيات الخرسانية من الخارج بالشرائح البيتومينيه



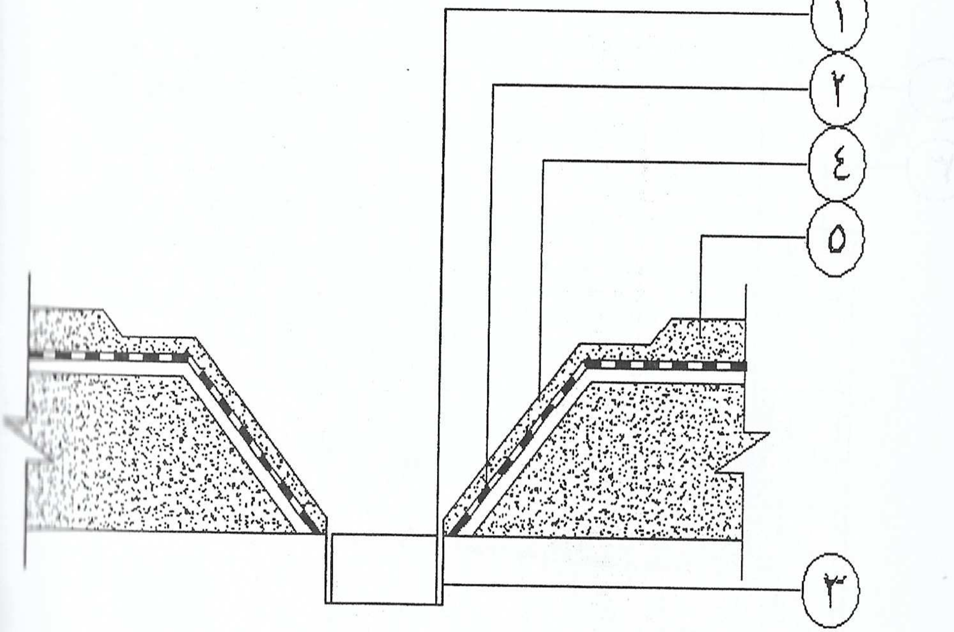
1- بلاط
2- مونه لصق البلاط
3- رمل
4- مونه اسمنتيه
5- شرائح بيتومينية
6- مونه اسمنتية
7- طبقه عازله للحرارة
8- خرسانه مسلحة

شكل رقم (11 - 4) عزل سطح بالشرائح البيتومينيه وربطه بدروة السطح سواء من الخرسانة المسلحه أوالطوب



1- خرسانه مسلحة
2- خرسانه ميول عاديه
3- دروه طوب
4- مونه اسمنتيه
5- طبقات عزل
6- بلاط
7- مونه لصق البلاط
8- رمل تسويه
9- عزل حراري

شكل رقم (11 - 5) عزل سطح خرساني باستخدام عزل حراري فوق عزل الرطوبه



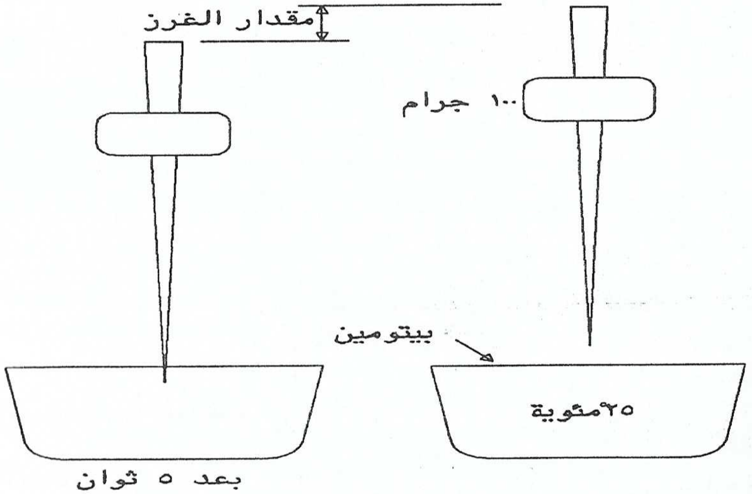
1- شرائح معدنيه متداخله مع الشرائح البيتومينيه
2- شرائح بيتومينيه
3- الي مواسير الصرف
4- مونه من الاسمنت و الرمل
5- خرسانه ميول الميل (اكبر من 1: 80)

شكل رقم (11 - 6) تفاصيل عزل بالوعه صرف

11 - 5 تجارب صلاحية البيتومين (الأسفلت) وإختبارات أخرى :

11 - 5 - 1 تجربة درجة الغرز :

الهدف منها هو تحديد مقدار الغرز (مسافة اختراق) لإبره قياسيه ذات قطر محدد (1مم) تقع تحت تأثير وزن ثابت (100 جم شامل وزنها) داخل الأسفلت الموضوع فى إناء قياسى فى درجة حراره قياسيه (25 درجه منويه) خلال فتره زمنيه قياسيه (5 ثوانى) . وعلى ذلك كلما كان إختراق الإبره لمسافه كبيره داخل الأسفلت دل ذلك على قلة صلابة الأسفلت .
فالأسفلت نوع 6-12 (غرزه يتراوح بين 6 - 12مم) أصلب من أسفلت غرزه 180 – 200 (أنظر شكل 11 - 7) .



رسم تخطيطى يوضح فكرة اختبار الغرز
شكل رقم (11 - 7)

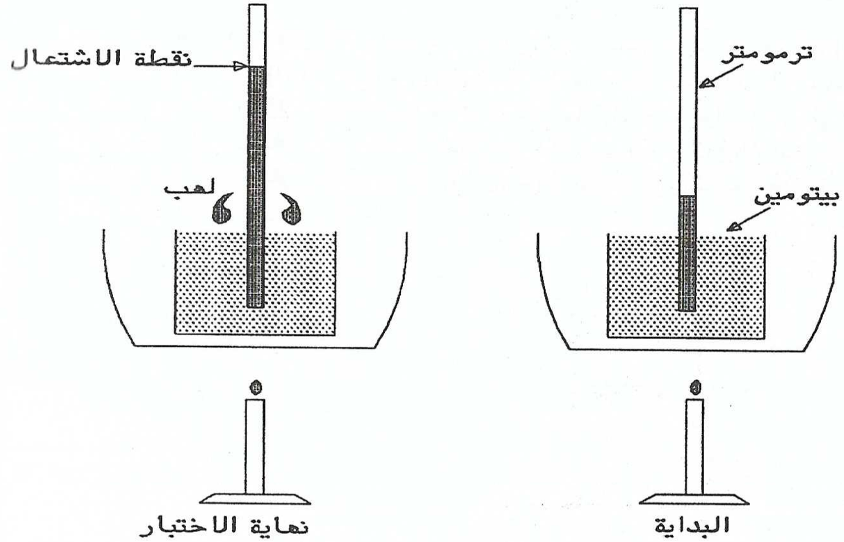
11 - 5 - 2 درجة حرارة التطريه :

والهدف منها تحديد درجة الحراره المحيطه بالأسفلت (البيتومين) والتى تجعله يتحول للحاله السائله (طرى) ودرجة الحراره تلك تتراوح بين 30 ، 157 درجة منويه وكلما كانت درجة الحراره عالية دل ذلك على وُجود الأسفلت وقلة وجود الشمع به بحيث يستطيع الخدمه فى الأجواء الحاره وتعتمد الفكره على وجود حلقه قياسيه يوضع أعلاها طبقة الأسفلت ويوضع فوقها كره قياسيه وعند وصول الحراره لدرجة التطريه تمر الكره من الحلق ويرجع للمواصفه ASTM D36 أو ASHTO T53 للتعرف على الجهاز .

11 - 5 - 3 تجربة الوميض :

نقطة الوميض هى أقل درجة حراره تبدأ عندها أبخرة البيتومين المتصاعد بالوميض .
نقطة الإشتعال هى أقل درجة حراره تبدأ عندها أبخرة البيتومين المتصاعده فى أشتعال وعن طريقتها يجب تحديد درجة حرارة تسخين البيتومين (درجة الوميض – 25 درجه منويه) لكى يتم خلطه أو إستعماله بأمان إما وحيدا أو مع مواد أخرى .

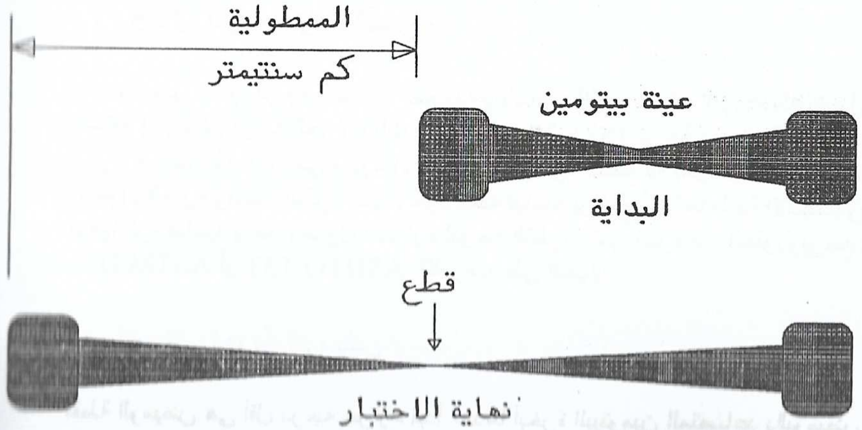
ويتم ذلك عن طريق وضع تومومتر فى البيتومين بطريقه قياسيه ثم تسخن البيتومين حتى تتصاعد الأبخره فتعرض لهب حتى يظهر الوميض ثم يحدث بعدها اشتعال لمدة 5 ثوانى ونحدد درجة الحراره (أنظر شكل رقم 11 - 8) المناظره لظهور الوميض والإشتعال .



رسم تخطيطى يوضح طريقة تعيين درجة الاشتعال
شكل رقم (11 - 8)

11 - 5 - 4 تجربة الممطوليه :

ومنها نحدد مقدار الإستطاله فى عينة البيتومين القياسيه الموضوعه فى درجة حراره 25 درجه مئويه والتى يتم شدها من طرفيها لتحقق سرعة سحب قدرها 5 سم/ دقيقه حتى لحظة الإنهيار (قطع العينه) . أنظر شكل 11 - 9
وبالطبع كلما زادت الممطوليه دل ذلك على جودة البيتومين ومقاومته لظهور الشروخ .



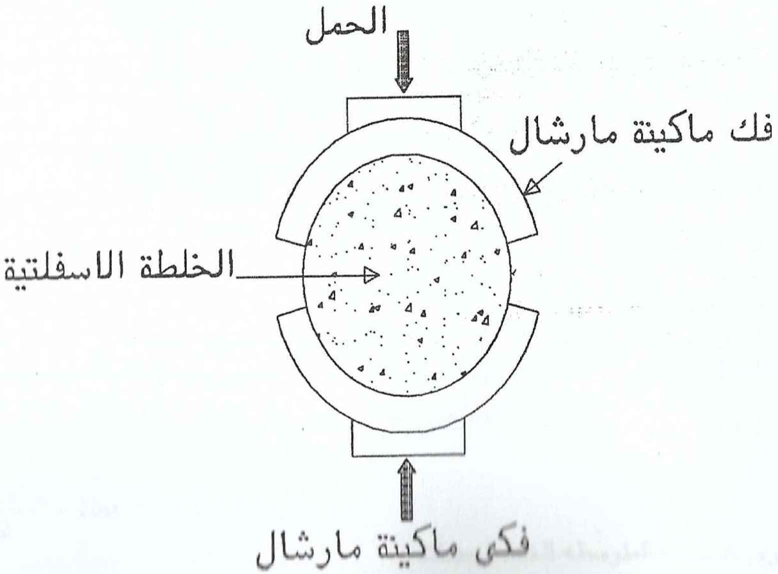
رسم تخطيطى يوضح طريقة تعيين الممطولية

11 - 5 - 4 تحديد نسبة California bearing ratio CBR .

عند تنفيذ المهندس للمشروع قد يكون هناك طرق داخليه وهذه الطرق تتكون من خرسانه أسفلتيه (سن + رمل + بودره + ماده رابطه هى البيتومين الصلب) ، ترتكز هذه الخرسانه على طبقة أساس (قد نحتاج لأساس مساعد) ولمعرفة صلاحية طبقات التأسيس وسمكها نلجأ لعدة إختبارات منها اختبارات الركام والبيتومين ومقاومة طبقة الأساس والخلطه الخرسانيه وتساعد تجربة CBR على تحديد سمك طبقة الأساس وتأثير الغمر بالماء على الإنتفاش أو فقد المقاومه والإختبار فكرته هى التأثير بقوه متزايده على مكبس اسطوانى وتسجيل إختراقها فى تربة الأساس لمسافة قدرها 2,5 مم وقراءة الحمل المناظر لذلك الإختراق وتحسبه نسبة كاليفورنيا كما يلى :
نسبة تحميل كاليفورنيا = الحمل المسبب لإختراق 2,5 مم لتربة الأساس × 100 / الحمل المسبب للإختراق فى التربه القياسيه .
- يمكن حساب النسبه عند إختراق 5 مم .
- التربه القياسيه هى تربه لها تدرج ثابت قياسى تنص عليه المواصفات .
وكلما زادت تلك النسبه دل ذلك على زيادة المقاومه للتربه .

11 - 5 - 5 اختبار مقاومة (قوة الكسر) للخرسانة الأسفلتيه

بعد تنفيذ الخلطات الأسفلتيه وتمام تصلبها يتم أخذ عينات بالمعدل الذى ينص علية الكود بواسطة جهاز الـ CORE وتوضع العينه فى ماكينة مارشال ويتم تعريضها لحمل ضغط حتى يحدث انهيار ونحدد الحمل الأقصى التى تتحملة الخرسانة الأسفلتيه ويتم عمل الإختبار طبقاً لـ ASTM D 1074 حيث يتم تحديد كيفية الحصول على الحمل الأقصى والإنفعالات الناتجه أنظر شكل رقم (11 - 10) .



شكل رقم (11 - 10) فكرة إختبار تحديد مقاومة الخرسانة الأسفلتيه

الباب الثانى عشر

الأرضيات

12 - 1 الأرضيات الخشبيه .

12 - 1 - 1 عام :

نظراً لما يتميز به الخشب من العزل الحرارى والمنظر المعمارى والنفسى الجير فإن الملاك يفضلون استخدام الأخشاب فى تغطية الأرضيات وبعض الحوائط ونجارة الأبواب والشبابيك وسنتناول فيما يلى نبذه عن تلك الأعمال .

12 - 1 - 2 ضبط جودة الأخشاب قبل التنفيذ .

أ - التأكد من معالجة الأخشاب .

- قبل شراء الأخشاب يجب التأكد من أنه تم معالجة الأخشاب كيميائياً ، لحمايتها من المهاجمه بالنمل الأبيض أو باقى الحشرات أو بالفطريات سواء الفطريات التى تحلل الأخشاب مثل فطريات العطب البنى أوالأبيض أوالفطريات التى تهاجم الأخشاب المغموره فى الماء ، وفى حالة المنشآت أسفل الماء يجب الحمايه من النحارات البحريه (Marin borers) ويجب التأكد من أن المقاول قام بتوريد أخشاب معالجه بمواد كيميائيه لحمايتها من العوامل السابق ذكرها ، وذلك بإستخدام محاليل زيتيه أو محاليل كيميائيه سامه ، وذلك عن طريق الدهان أو الغمس فى محلول كريزوت قار الفحم الساخن أو النقع فى كلوريد الزنك أو تعرضها للمواد الكيميائيه بوضعها فى حمام ساخن ثم حمام بارد أو استعمال كيماويات تحت ضغط ويمكن الحصول على شهاده منشأ موضح بها طريقة العلاج وفترة الحمايه .

ب - الفحص البصرى .

- يجب على المهندس التأكد من أن الأخشاب متجانسه خاليه من التشققات الحلقيه أو القطريه وخاليه (أو بها أقل عدد) من العقد الخشبيه ، وليس بها تشققات داخليه أو تشققات طرفيه ، والتأكد من عدم حدوث إنبعاج فى الأخشاب ويجب أن تكون خاليه من وجود بقع بألوان مختلفه عن لون الخشب .

ج - إختبار تحديد محتوى الرطوبه (Moisture content) .

- كلما كانت رطوبة الأخشاب قليله تحسنت كفائة الأخشاب ولاتستخدم الأخشاب التى تزيد رطوبتها عن الحد المسموح به .
- تؤخذ 5 عينات من الخشب ممثل للخشب المورد بحيث يكون سمكها فى حدود 2.5 سم
- توزن العينات وليكن وزن الواحده منها W1.
- تجفف العينات فى الفرن حتى يثبت الوزن (105°م) وتوزن وليكن وزنها W2 .

$$\text{النسبه المئويه للرطوبه} = \frac{\text{الوزن الطبيعى- الوزن الجاف فى الفرن}}{\text{الوزن جاف}} \times 100$$

$$= \frac{W1 - W2}{W2} \times 100$$

- يحدد محتوى الرطوبه المتوسطه للخمسة عينات .

د - اختبار مقاومة الضغط فى اتجاه موازى للألياف .

- تؤخذ عينات ممثله للأخشاب فى الطبيعه .
- تجهيز عينة الإختبار على هيئة منشور .
- إما تختبر عينة كبيره بأبعاد 5×5×20 سم .
- أو تختبر عينه صغيره بأبعاد 2×2×6 سم .
- يجب أن يكون مقطع العينه مستوى وناعم وعمودى على محور العينه .
- تحمل العينه بمعدل تحميل موافق للمواصفات (معدل انضغاط ثابت) حتى حدوث تشريخ .
- يمكن حساب حد التناسب فى حالة رسم العلاقه بين الحمل والإنضغاط .
- يمكن حساب معاير المرونه فى الإنضغاط (E) .

E = (حمل حد التناسب × طول القياسى) / (مساحة المقطع × الإستطاله عند حد التناسب)

هـ - إختبار مقاومة الضغط عمودى على اتجاه الألياف .

- عينة الإختبار تكون على هيئة مكعب بأبعاد 5×5×5 سم وبحيث يكون المكعب أسطحه متعامده وناعمه ومستويه .
- تحمل العينه بمعدل انضغاط طبقاً للمواصفه (المواصفه المصريه 0.635 مم/ دقيقه)

مقاومة الضغط = حمل التشريخ / مساحة المقطع

ويمكن حساب إجهاد الأخشاب عند حد التناسب .

= حمل حد التناسب / مساحة المقطع

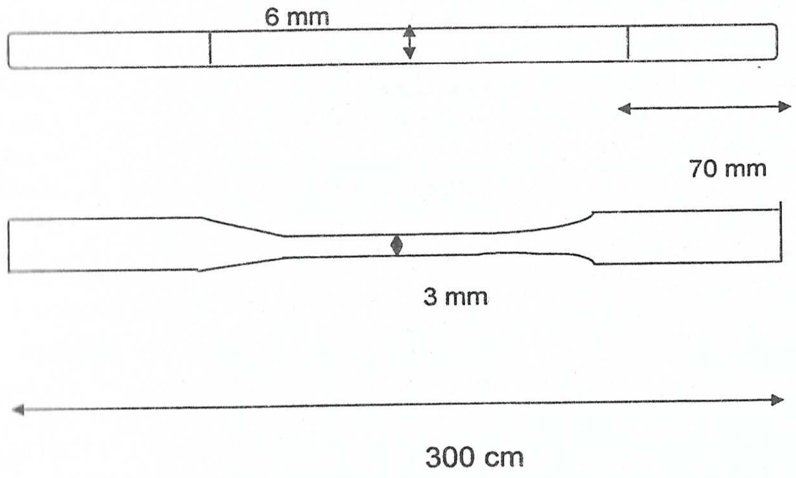
ويحدد حمل حد التناسب من العلاقه بين الحمل والإنضغاط .

و - اختبار مقاومة الشد فى اتجاه موازى للألياف .

- تجهيز عينة الشد .
- يتم التحميل بمعدل تحميل تنص عليه المواصفه (تحرك فك الماكينه بمعدل 1.25 مم/ دقيقه)
- تقاس الإستطاله لطول قياس Lo = 5 سم .
- مقاومة الشد = حمل التشريخ / مساحة المقطع
- اجهاد حد التناسب = حمل حد التناسب / مساحة المقطع

ويحدد حمل حد التناسب من العلاقه بين حمل الشد والإستطاله وحد التناسب هو نهاية الخط المستقيم .

- معاير المرونه (E) = (حمل حد التناسب×Lo) / (مساحة المقطع×الإستطاله عند حد التناسب)



شكل رقم (12 – 1) اختبار الشد فى اتجاه مواز لترتيب الألياف

ز - مقاومة الشد فى اتجاه عمودى على اتجاه الألياف .

- يتم تجهيز العينه بمقطع دائرى أو مربع .
- يتم مسك العينه بكلابه خاصه .
- يتم التأثير بالحمل بحركه ثابته (0,25 مم/ دقيقه) .
- يحدد حمل الكسر TF .
- مقاومة الضغط = T_F / مساحة المقطع

ح - اختبار مقاومة الإنحناء الإستاتيكي :

- يجرى الإختبار بالتحميل فى ثلاث نقاط أو أربعة نقاط .
- جدول رقم 12 - 1 يحتوى على خواص العينات سواء كانت عينات صغيره أو كبيره .

نوع التحميل	نوع العينه	b cm	L cm	Lo cm	a cm
ثلاث نقاط	صغيره	2	30	28	14
	كبيره	5	75	70	35
أربعة نقاط	عينه واحده	5	100	90	24 or 15

- b عرض العينه .

- L طول العينه الكلى
- L0 بحر الكمره .
- a بحر القص (المسافه بين الركيزه والحمل المركز) .
- يمكن قياس الترخيم (سهم الإنحناء) فى منتصف البحر بواسطة Dial gauge بدقة 0,01 مم على الأقل ويفضل دقة 0,002مم .
- يتم التأثير بالحمل والركائز بإستخدام أداة تحميل نهايتها جزء من دائره قطرها يتناسب مع حجم العينه ويتراوح نصف القطر من 2 سم للعينه الصغيره الى 5 سم للعينه الكبيره .
- الترخيم عند أى حمل = Y.
- يتم التحميل بحركة فك ثابت طبقاً للمواصفات (0.35مم/ دقيقه) .
- يحدد حمل الكسر P_f
- يحدد عزوم الإنحناء M_f عند الإنهيار طبقاً لنوع الحمل ويكون العزم فى حالة الثلاث نقاط

$$M_f = \frac{P_f . L}{4}$$

ويساوى فى حالة الأربعة نقاط حيث a بحر القص (shear span) $M_f = P_f . a$

- مقاومة الإنحناء المكافئه = f_{tu} .

$$f_{tu} = \frac{M_f . \frac{b}{2} \times 12}{b4}$$

$$= \frac{6 M_f}{b^3}$$

- يحدد حمل حد التناسب (p_e) عند نهاية الخط المستقيم وعزم حد التناسب (M_e)
- اجهاد حد التناسب f_e يحسب من المعادله .

$$f_e = \frac{6 \ Me}{b^3}$$

- يمكن حساب معاير المرونه فى الإنحناء من قوانين المرونه .
- فى حالة التحميل الثلاثى .

$$Y_e = \frac{p_e L^3}{48 \ EI} \qquad \therefore \ E = \frac{P_e L^3}{Y_e I}$$

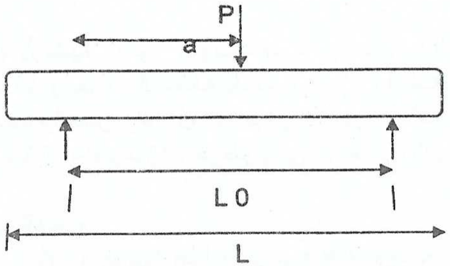
- فى حالة انهيار العينه فى القص (شروخ فى اتجاه المحور) تحسب مقاومة القص من المعادله

$$q_u = \frac{3}{2}\frac{Q}{Area} = \frac{3}{2}\frac{Q}{b^2}$$

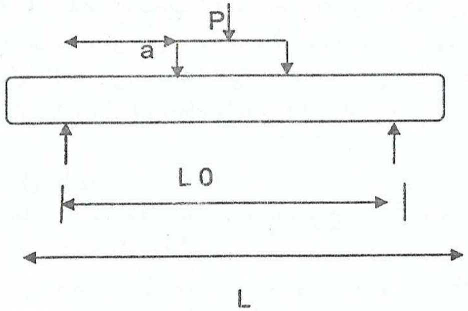
Q = قوة القص = P/2 فى التحميل الثلاثى
= P فى التحميل الرباعى .

مقاومة القص المتوسط = $\frac{Q}{b^2}$

انظر شكل رقم (2-12) اختبار الإنخناء



التحميل فى ثلاث نقاط



التحميل فى أربع نقاط

شكل رقم (2-12) اختبار الإنخناء

ط - اختبار صلادة العلامه بطريقة جانكس .

فى حالة الأرضيات التى تتعرض الأخشاب للسير والإحتكاك من المهم أن تكون الأرضيات صلده بحيث لاتحدث علامات على الأخشاب أثناء سير المستخدمون للمبنى .
- تجهيز عينه بأبعاد 5 × 5 × 15 سم ..
- يحدد الحمل اللازم لدفع نصف كره قطرها 11.4 مم داخل عينة الإختبار مسافة قدرها 5.7 مم .
- يقارن الحمل مع الحمل المسموح به .
- يرجع الى المواصفات فى حالة استخدام عينه بأبعاد 2 × 2 × 6 سم .

د - اختبار القص :

- يكتسب هذا الإختبار أهميه خاصه لضعف مقاومة القص للأخشاب .
- تحضر عينه على هيئة مكعب بأبعاد 5 × 5 × 5 سم أو 2 × 2 × 2 سم طبقاً لنوع الماكينه الموجوده فى المعمل .
- توضع العينه فى اطار خاص للتثبيت
- يؤثر بحمل قص Q بحيث يكون سرعة التحميل ثابته (0.625 مم/ دقيقه) .
- يحدد حمل الكسر Q .

- مقاومة القص المتوسطه = $\frac{Q_f}{\text{مساحة المقطع}}$

12 - 1 - 3 أرضيات خشب سويد :

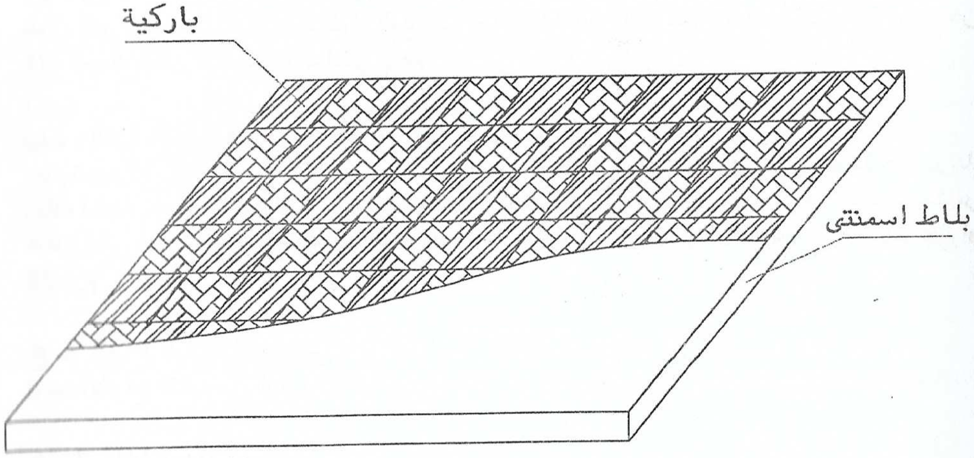
- يتم تحديد منسوب (شرب) لأرضيات الدور ، ويتم تحديده من منسوب التشطيب أمام السلم الرئيسى والمصاعد ، ويتم نقله للممرات والغرف المختلفه بإستخدام ميزان القامه فى الأعمال الهامه ، ويتم تثبيت بقج (قطع) من الأسمنت والجبس والرمل الناعم فى الحجرات المختلفه بحيث تكون فى نفس المنسوب . ويمكن استخدام ميزان ماء وميزان خرطوم فى الأعمال الأقل أهميه لنقل هذا المنسوب للفراغات المختلفه .
- يتم تنظيف وتسوية أرضية الحجره .
- يتم تركيب علفات (مراين = كمره خشب) قطاع 2بوصه × 2 بوصه بتقسيط 40 سم من محاور العلفات .
- يتم تربيط العلفات بدكم من نفس القطاع بحيث لاتزيد المسافه بين الدكم عن 1.50 متر .
- يتم عمل تحليق خشب حول محيط الغرفه بنفس قطاع العلفات ويتم تثبيتها جانبياً فى الحائط الطوب بكانات صلب 25×6× طول 12 سم ومقسطه على مسافه حوالى 1.50 متر ويتم التحبيش حولها بمونه أسمنت غنيه (1 أسمنت : 3 رمل) وتغطيتها بروبة أسمنت وماء (1 أسمنت : 0,30 ماء) .
- يتم الردم حول العلفات برمال نظيفه .
- يتم تغطية العلفات بألواح خشب سويد خالى من العقد ممسوح من الوجهين بسمك 25 مم وبعرض 10سم على أن يكون مفرز على هينة ذكر وأنثى .
- يتم تركيب الألواح من إحدى الجهات والإستمرار بحيث يتم تعشيق الألواح ببعضها ويتم تسميرها بمسمار طوله 7سم بحيث يكون المسمار مخبأ فى الخشب .
- يتم دهان العلفات والدكم والحلوق بوجهين من البيتومين الساخن .
- يتم مسح الأخشاب (تبريش) لتسويتها والدهان وجهان بزيت خاص وتلميعها بالشمع (الفلوت) .
- يتم تركيب وزره خشب (لوح رأسى بين تقاطع الحائط مع الأرضيه) بإرتفاع 10 سم وسمك 25 مم ويتم تثبيتها فى الحائط بخوابير خشب مسلوبه كل 1.00 متر ويتم التحبيش عليها بمونه الأسمنت والرمل الغنيه ثم يتم مسحها ودهانها بالزيت والتلميع بالفلوت .

12- 1 - 4 أرضيات خشب باركيه زان :

- تستخدم نفس الطريقه السابقه حتى تركيب ألواح خشب سويد. ويتم تثبيت وحدات منشوريه من الخشب الزان بالأبعاد المطلوبه ويتم تفريزها وتركيبها على ألواح الخشب السويد بمسامير مدفونه .
- يتم تبريش الغرفه والدهان بالزيت والفلوت (الشمع) وجهين .

12 - 1 - 5 أرضيات خشب قرو ملصوق (دوكش) :

- يتم تركيب بلاط أسمنتى فى الغرفه (انظر أرضيات البلاط) بحيث يكون منسوب البلاط منخفض عن منسوب تشطيب الأرضيات بسمك يساوى سمك خشب التغطيه ومادة اللصق .
- يمكن عمل خرسانه عاديه (دكه) بدلاً من البلاط على أن توضع فوق الدكه مونه أسمنتيه متوسطة (1 أسمنت : 3.5 رمل) وذلك لضمان افقية الدكه .
- تلصق قطع الأخشاب (من القرو أو الزان ويكون مسقطها الأفقى على هيئة مربعات أو معينات) على البلاط أو طبقة الدكه الخرسانه بماده لاصقه .
- تستخدم المواد اللاصقه الحديثه التى لاتتأثر بماء الإستخدام (عبوات موجوده عند شركات انتاج مواد البناء الحديثه) .
- توجد مواد لاصقه لكنها تتأثر بالماء مثل مادة الكازينه التى يضاف اليها الصودا والجير النقى ، ومثل سليكات الصوديوم التى يضاف اليها كميات صغيره من الزنك والأسمنت .
- من المهم أن يكون البلاط أو الدكه مستويه تماماً ويمكن استخدام موتور تجليخ ثم الدهان بالزيت والتلميع بالفلوت . أنظر شكل 12 - 3



قطاع فى باركية دوكش على بلاط اسمنتى

شكل 12-3

12 - 1 - 6 أرضيات من الفيتيل أسبستس (فنالتكس).

وهى وحدات جاهزه من انتاج شركة الفنالتكس ونصنع بخلط مادة الفيتيل (أحد أنواع البلاستيك) مضاف اليه ألياف الأسبتوس ومواد مالئه ومواد ملدنه ومواد مثبته لتحمى الماده من التحلل بالحراره .

- تلصق الوحدات السابقه على أرضية من البلاط أو دكه خرسانيه مثل البند السابق .

12 - 2 أرضيات البلاط :

12 - 2 - 1 عام :

يستخدم البلاط فى تغطية الأرضيات ، وكما سبق ذكره يجب تحديد منسوب الأرضيه ، بحيث تكون فى مستوى تشطيب الممرات أمام السلم وبحيث لايكون أعلى من الحلوق السفليه للبلكونات سواء أكانت من الأخشاب أو من الألومنيال ، ويتم نقل المنسوب إما بميزان القامه أو بواسطة ميزان الماء . والوحده الوحيده داخل المبنى التى يمكن عمل ميل خفيف بها هى دورات المياه حيث يكون الميل فى اتجاه سيفون الحله لتجميع الماء .

12 - 2 - 2 البلاط الأسمنتى :

أ - تعريف :

البلاط الأسمنتى هو وحدة تصنع من خليط من الأسمنت والرمل والماء وقد تضاف بعض الإضافات مثل المساحيق(بودره) والمواد الملدنه ويتكون البلاط الأسمنتى غالباً من طبقتين ، الطبقة الأولى تسمى الطبقة العليا (طبقة الوجه) وهى الطبقه المعرضه للتآكل من تحرك الناس أو الإحتكاك بالأثاث وغيرها ولذلك يجب أن تكون تلك الطبقه قويه والطبقة الثانيه (الطبقه السفلى أو طبقة الظهر) تكون جهة الأرضيه . ويوجد نوع من البلاط يتكون من طبقه واحده ، والبلاط مربع وعرض المربع الشائع هو 150 ، 200 ، 250 ، 300 ، 400 ، 500 مم والأسماك الشائعه المناظره للمقاسات السابقه هى 15 ، 20 ، 25 ، 30 ، 40 مم على الترتيب وعموماً فإن السمك الكلى للبلاطه لايقل عن 0,070 من طول أكبر وتر للبلاطه (لايزيد طول الوتر فى هذه الحاله عن 400 مم) ولايقل سمك طبقة الوجه عن 4/1 السمك الكلى للبلاطه وبحد أدنى 6 مم .

ب - فكرة التصنيع :

- يتم تجهيز الخامات بحيث لايقل وزن الأسمنت عن 1 لكل 3 مواد أخرى (ركام وماده مالئه وغيرها) وذلك لطبقة الوجه وتخلط المكونات فى الخلاطه وتوضع فى القوالب التى يتم هزها وكبسها بمكبس هيدروليكى ويتم معالجة البلاطه فى جو رطب لمدة 7 أيام وتستخدم فى الموقع بعد مرور 21 يوم أو 28 يوم .

ج - أنواع البلاط الأسمنتى :

توجد الأنواع التاليه من البلاط الأسمنتى :

ج - 1 بلاط أسمنتى سنجابى :

ويتكون من طبقة واحده أو طبقتين مختلفتين فى التركيب حيث تكون الطبقه العلويه أسمنتها بالنسبه للرمل أغنى من السفليه ويستخدم كبلاط سطوح أو أرضيه .

ج - 2 بلاط أسمنتى مقوى :

وتحتوى طبقة الوجه على مواد كيميائية أو معدنية مثل برادة الحديد لتتحسن الصلاده ومقاومة البرى أو لتقليل امتصاص الماء وتستخدم مواد ملدنة أو مواد مالئة ومواد محسنة للتشغيليه لتقليل محتوى الماء .

ج - 3 البلاط الأسمنتى المطعم (بلاط موزايكو) :

تحتوى طبقة الوجه على نسبة من كسر احجار صلبة مثل كسر الجرانيت أوالبازلت أو الرخام وقد تضاف مواد ملونة أوملدنة أو مالئة ، ومن أشهرها الموزايكو الذى به حصوة رخام من ادفو الذى يكون وجه البلاطة بسمك 8 مم ويتكون من واحد جزء كسر رخام وجزئين بودرة رخام وثلاثة أجزاء أسمنت أبيض أما الطبقة السفلية فتتكون من ثلاثة أجزاء رمل ناعم وجزء أسمنت رمادى .
وجميع بلاط أرضيات المبانى تصنع طبقة الوجه من الأسمنت الأبيض .

ج - 4 بلاط من طبقة واحده :

ويكون سمكه أقل من البلاط ذو الطبقتين وتستخدم غالباً كأرضية للصق مواد تغطيه أخرى مثل الباركيه
وعموماً للبلاطات ذو طبقات الوجه العاديه يستخدم البلاط فى الأماكن التى لاتتعرض لإحتكاك عالى مثل الأسطح وفى حالة البلاط ذوالوجه عالى الصلادة مثل البلاط المطعم أو البلاط الموزايكو فيتم الإستخدام فى الأرصفه والمصانع والمبانى العامة .

وبعد تحديد منسوب التشطيب ، يتم وضع طبقة من الرمل الناعم المدموك دمكاً جيد جداً على الأرضية الخرسانية ، ثم توضع مونة أسمنت ورمل (1 : 4) أو أسمنت ورمل وجير وتوضع عليها البلاطة ، ويحدد سمك الرمل والمونة بحيث يكون منسوب سطح البلاطة أفقى تماماً ، وفى تلك الحالة يجب استخدام قدة ألومنيوم وميزان ماء بحيث تكون فقاعة الماء فى المنتصف ، ويمنع السير على البلاط وتوضع ألواح خشب على البلاط الذى تم لصقه ليسير عليه العمال بعد الإنتهاء من لصق جميع الأرضيات . يتم لصق وزرات يتم توريدها جاهزة أو من شق بلاط بالطول المطلوب (حوالى 10 سم) بين البلاط والحائط . يتم وضع روبة من الأسمنت الأبيض وأكسيد لون مناسب للون طبقة الوجة على سطح البلاط (سقية للبلاط) وذلك لملأ الفواصل بين البلاط ، وتترك فترة ثم تزال الروبه الموجودة على سطح البلاط العلوى بواسطة فوطه مناسبة .

- يقوم المهندس بإستلام منسوب البلاط بواسطة ميزان القامه أو ميزان الماء وخاصة بلاط دورات المياه ويجب التأكد من عدم وجود بروز أو ميل أو كسر أو تطبيل للبلاطه (عن طريق الطرق بمطرقه معدنيه على البلاط) والتطبيل هو وجود فراغ أسفل البلاطه (عدم وجود رمل أو مونه أسفل البلاط) ويقوم المهندس بتمييز صوت الطرق فإن كان الصوت عالى وغير مكتوم دل ذلك على وجود تطبيل ويجب فك البلاط فى تلك الحاله .

12 - 3 أرضيات السيراميك

12 - 3 - 1 مقدمه :

يستخدم السيراميك فى تكسية أرضيات المنشآت والحوائط الرأسيه والمائله وفى أرضيات المعامل والمصانع والأماكن التى تتعرض لمهاجمة المواد الكيميائيه والأحماض والقلويات والزيوت والدهون .

12 - 3 - 2 المكونات :

- يتكون السيراميك من الطين الحرارى (الكاولين) وهو موجود بوفره فى سيناء ويضاف اليه الفلسبار ، ويتم الحرق لدرجة حرارة عاليه ، ثم يتم الصب فى القوالب ويضاف مواد ملونه للحصول على سيراميك ملون ، وتكون طبقة الوجه مزججه تماماً وملساء أو بها تخشين خفيف ، أما أسفل البلاطه فيجب أن يكون به تخشين وغير مزجج وذلك ليتم الترابط بينه وبين المونه اللاحمه . الطبقة السفلية تمثل أغلب سمك البلاطة أما طبقة الوجه فسمكها صغير . وسمك بلاطة السيراميك أقل كثيراً من البلاط الأسمنتى حيث تتراوح بين الـ 5 مليمتر و 18 مليمتر

12 - 3 - 3 الرتبه :

بعد صناعة السيراميك يتم إجراء ضبط جودة على السيراميك المنتج . والسيراميك الذى يطابق المواصفات تماماً يكتب على عبواته فرز أول وهو الذى يستخدم فى جميع المشاريع ، واذا حدث تقوس أو تحدب أو زيادة قليله فى الأبعاد يسمى فرز ثانى وهذا يستخدمه بعض الأهالى من باب التوفير ، اما اذا حدث عيوب أكبر كتفتت الحواف وغيرها يطلق عليه فرز ثالث .
وعلى المهندس المنفذ استلام البلاط وتحديد درجة الفرز .
وتتوقف جودة السيراميك على المكونات وجودة الخامه ودرجة الحرق لذلك يتفاوت سعر السيراميك تفاوت كبير ، فبعض الشركات تكون جودة السيراميك فائقه لدرجة حدوث تناسق وتطابق للإنتاج بين يوم وآخر وبين شهر وآخر ، أما الشركات التى تنتج سيراميك رخيص السعر فإنه يكون هناك اختلاف فى اللون وبعض الخواص من يوم الى أخر مما قد يؤدى الى حدوث اختلاف فى بلاط الغرفه الواحده أو الوحده الواحده .

12 - 3 - 4 خواص السيراميك :

- لايقل سمك البلاط عن 7% من أكبر وتر وبحد أدنى 5 مم وحده الأقصى 18مم ، وينتج بألوان متعدده ويختار الإستشارى اللون المطلوب ، ويجب أن تكون البلاطه متجانسه اللون خاليه من

الفجوات والعقد والتفتت ويكون سطحها العلوى تام الحرق لدرجة التزجج ولايزيد امتصاصها للماء عن 1% من وزنها الجاف ، وفى حالة استخدامها لمقاومة الأحماض فإنه يجب ألا تزيد المواد الذائبه فى الحمض (فى اختبار المقاومه للأحماض) عن 1% من الوزن
ولايزيد التفاوت المسموح به فى الأبعاد عن الجدول رقم 12 - 2 .

جدول (12 - 2) التفاوت فى البلاط السيراميك .

الخاصيه	الحد الأقصى المسموح به
الزوايا : (تقاس الزوايا للبلاطه) ولايزيد الإنحراف فى ظل الزاويه عن (Tan)	± 0.007 مم
استواء الوجه : يحدد (فى اتجاه أكبر وتر) أكبر عمق للتقعير وأكبر قمه للتحديب	± 1 مم
طول الضلع : *لطول أضلع أقل من 100 مم * للأطوال 100 مم أو أكبر	 ± 0.8مم ± 1 مم
السمك	± 1.5 مم

من رأى المؤلف ألا يقل التفاوت فى السمك فى حالة النقص عن 0.5 مم .

المواصفات :

ترجع للـ م.ق.م 1973/270 و م.ق.م 293 / 1963 .

12 - 3 - 5 التركيب :

- تستخدم نفس طريقة لصق البلاط العادى من استخدام مونه لاصقه تتكون من 300 كجم أسمنت للمتر المكعب من الرمال الناعمه المسروده وتكون المونه فى حدود سمك 2 سم .
- فى حالة التركيب فى الطابق الأرضى (التربه أسفل البلاط) فيجب لصقه على فرشة من الخرسانه العاديه بسمك 10 سم ، وفى حالة ماتكون الأرض قابله للهبوط (الطين اللين جداً) أو توجد ماكينات فتوضع أسفله خرسانه مسلحه بسمك 15 سم تسلح بـ 5 أسياخ قطر 8 مم فى الإتجاهين على الأقل وفى حالة التربه القابله للهبوط تسلح بشبكة تسليح خمسه أسياخ 10 مم فى الإتجاهين .
- يجب سقية السيراميك بعجينه من الأسمنت الأبيض والماء واللون المناسب للون السيراميك ثم يتم التنظيف بعد فتره بفوطه نظيفه .

الباب الثالث عشر

أعمال البياض والدهانات

13 - 1 أعمال البياض

13 - 1 - 1 مقدمه :

بعد صب خرسانة الأعمده والأسقف وبناء الحوائط ، تكون تلك الأعمال غشيمه خشنه لا تسر الناظرين ، لذلك فإن جميع الأسقف والحوائط يجب تغطيتها بطبقه تسويه تسمى البياض ، والتى قد تلعب فى نفس الوقت دور الطبقه النهائيه ، خاصة للحوائط الخارجيه وحوائط المخازن وسنستعرض فى مايلى أساسيات بنود البياض ولن نستعرض جميع الأنواع .

13 - 1 - 2 المواد المستخدمه فى البياض :

أ - الجير والجبس :

يستخدم فى البياض الجير والجبس (أنظر باب الجير والجبس) .

ب - مادة الكوارتز :

وهى إما خشنه أو متوسطة الخشونه ، وهى تباع جاهزه عند شركات مواد البناء ، وتستخدم فى البياض الخارجى والداخلى وغالباً ماتستخدم كطبقة نهائية .
وهى تتكون من مادة لاحمة عباره عن مادة أكريليكيه (من البوليمرات) ، ومادة مالئة من الرمل الناعم (رمل العجمى) ، وحبيبات دقيقة جداً ، ومواد ملونة لإعطاء اللون المطلوب الذى يتميز بثبات لونه ، وهذه المواد تكون مخلوطه جاهزة تعبأ فى أكياس بلاستيكية مغلقة تماماً موضوعة فى عبوات مغلقة ، وتخزن فى الظل بعيد عن أشعة الشمس أو الجو الحار، ولاتستخدم بعد انتهاء فترة صلاحيتها ، وننصح بعدم استخدامها بعد مرور ستة أشهر وعندما يتم استخدامها تخلط فى خلاطه صغيره أو بالخلط اليدوى السريع ، ثم يتم استخدامها مباشرة ليبدأ شكها فى الهواء . ترفض أية مواد حدث تمزق أو ثقوب فى الكيس الحامل لتلك المواد .

ج - مادة الجرانوليت (Granulite) :

وتتكون من مادة لاحمه أكريليكيه ومادة مالئة عباره عن كسر الرخام المتدرج أو الرمال (بين قطر 0.8 مم الى 1.2 مم) ومواد ملونه والتى تثبت (تلك الألوان) بواسطة إيبوكسى يضاف عليها . وهذه المادة تكون على هيئة عجينة جاهزة الخلط تعبأ فى عبوات مغلقه وتستخدم كمادة الكوارتز .
وعموماً توجد مواد كثيرة تستخدم بمسميات تجاريه كثيرة ولكنها تحمل نفس فكرة الكوارتز ومادة الجرانوليت .

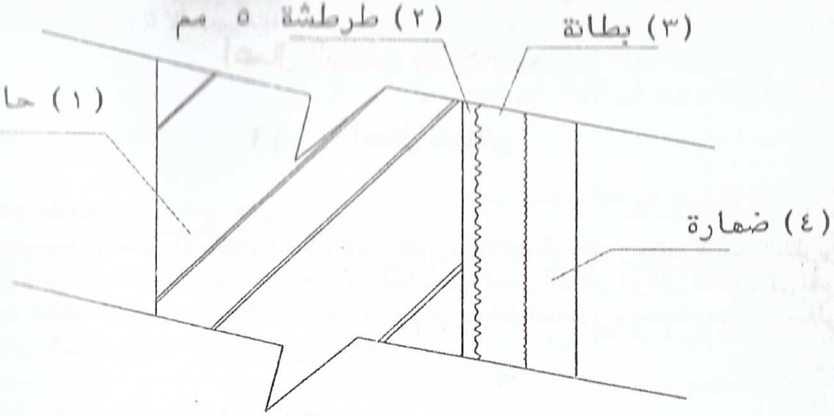
د - المساحيق الملونه :

وهى تضاف للطبقات النهائية من البياض لإكسابه اللون المطلوب وهى مكون أساسى من مواد البياض الحديثة .

13 - 1 - 3 طبقات البياض والتنفيذ :

أ - طبقات البياض :

يتكون البياض الذى يوضع على الحائط (رمز 1) أنظر شكل رقم (13 - 1) من الطبقات التاليه :



قطاع فى البياض

شكل (13 - 1)

1 ـ طبقة الطرطشه :

وهى طبقه سمكها حوالى 5 مم ، وتتكون غالباً من 450 كجم أسمنت ومتر مكعب رمل ناعم خالى من الحصى وكمية ماء تجعل قوام المونه لدنه ليس سائل ولاصلب ، وهى طبقة صلبة لأنها تعتبر طبقة أساس للبياض ، رمز رقم 2 فى شكل رقم (13 - 1) .

2 ـ طبقة البطانه :

طبقة تنفذ أعلى الطرطشه وتحمل الطبقه اللاحقه لها (الضهاره فى أغلب الأعمال) وقد يكتفى بعض الملاك فى مشاريعهم (وكذلك الأعمال الغير هامه بالبطانه) كطبقة نهائيه .

وهى عموماً سمكها يكون فى حدود 1.5 سم وتتكون غالباً من الأسمنت والرمل الناعم والجير وبعض الملاك يستغنوا عن الجير ويزيدون من محتوى الأسمنت ومكوناتها تختلف من بياض الى آخر وسطحها الخارجى يجب تخشينه إن لم يكن آخر طبقه وصلابة البطانه أقل من الطرطشه (محتوى أسمنت أقل) أنظر شكل رقم (13 - 1) رمز 3 .

3 ـ طبقة الضهاره :

أ ـ فى معظم الأعمال تستخدم طبقة الضهاره ولايقل سمكها عن 5مم وصلابتها أقل من طبقة البطانة ، وغالباً ما تتكون من الأسمنت والرمل الناعم والجير وأحياناً توضع مساحيق بدلاً جزء من الرمل وأحياناً تكون الماده اللاحمة من الأسمنت والجبس (مصيص) والجير ، وقد تكون من مادة جاهزة مثل مادة الكوارتز أو الجرانوليت .

ـ أنظر شكل رقم (13 - 1) رمز 4 .

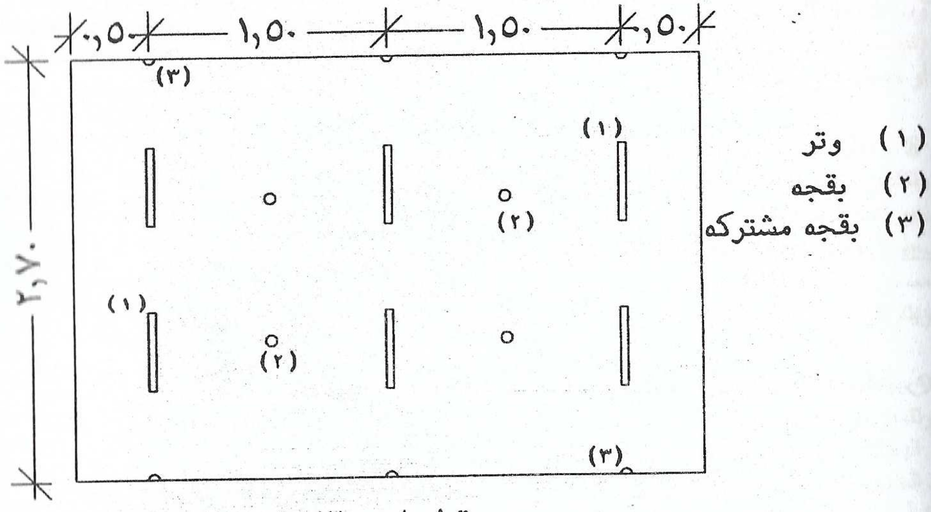
ب ـ التنفيذ :

ـ يجب علاج عيوب خرسانة الأسقف والأعمده الخرسانيه (أنظر كتاب أساسيات تكنولوجيا الخرسانة للمؤلف) واستلام الحوائط من المقاول بحيث تكون خالية من الفجوات والشروخ والتكريش والتعدد وعدم الإستواء .

ـ يتم تشبيع الأسقف والحوائط بالماء .

ـ يتم إزالة أية مواد عالقة بالحوائط والأسقف وتخشين المبانى (عمل مفاتيح فى لحامات المبانى) ويمكن استعمال الفرشه السلك من الصلب .

ـ يخلط الأسمنت (450 كجم) والرمل والماء لنحصل على قوام لدن وتقذف المونه بواسطة المسطرين والطالوش (لوح توضع عليه المونه) وتنفذ بسمك 5 مم ويتم ترطيب الطرطشه بعد شكها بالماء لمدة 3 أيام .



مسقط راسى للاوتار و البقج

شكل (13-2)

ـ يتم تنفيذ أوتار وبقج للحوائط والأسقف

ـ يقوم المبيض بعمل أوتار المسافه بينهما لاتزيد عن 2.00 متر وبينهما بقج دائريه (شكل رقم 13 - 2) . والوتر عباره عن منشور بطول يتوقف على ارتفاع الحائط ويكون سمك الوتر والبقجه بنفس سمك البياض المطلوب .

ويصنع الوتر من الأسمنت والرمل الناعم وكمية من الجبس .

ـ بواسطة قده طويله من الألومنيوم (قطاعها مربع) مجوفه مستويه تماماً وميزان الماء ، يتم ضبط الأفقيه بين الأوتار وسطح البقج ، بحيث تكون الأوجه فى مستوى أفقى واحد (السمك سيتوقف على استواء الحائط) ويستخدم خيط الشاغول (ميزان الخيط) فى ضبط الرأسيه ، ويجب أن تكون هناك بقجه مشتركه بين الحائط والسقف .

ـ يتم تنفيذ طبقة البطانه بعد رش الحوائط بالماء ، ويتم ملأ المسافات بين كل وترين والبقج بالمونه وتدرع (تسوى) جيداً بالقده ، ثم تعمل مفاتيح متموجه بالمسطرين فى البطانه (ان لم تكن طبقة نهائيه) بعمق 3 مم وعلى مسافات بين 5 ، 10 سم لتساعد على تماسك الطبقه مع الضهاره لاحقاً ، وتنفذ تلك الطبقه قبل تثبيت حلوق الشبابيك والأرضيات والوزرات .

ـ تنفذ الضهاره بسمك لايقل عن 5 مم بعد الإنتهاء من تركيب حلوق الأبواب والشبابيك والكرانيش والوزرات وغيرها ، ويجب عمل استداره عند الأكتاف أو التقاء الحائط بالسقف وغيرها .

وفى حالة ماتكون البقج والأوتار مصنوعه من ماده تختلف عن الضهاره ، فيتم ترميم هذه الأماكن بعد ازالة الأجزاء الخارجيه من الأوتار والبقج .

ـ ينفذ البياض إما يدوياً أو بإستخدام ماكينة عباره عن خلاطه وضاغط هواء (كمبرسور) (أنظر المضخات فى كتاب أساسيا تكنولوجيا الخرسانه للمؤلف) وخراطيم ومسدس لكى يتم قذف البياض على الأسطح ، وبحيث تكون المياه قليلة جداً ثم يقوم المبيض بالتسويه . والبياض المنفذ بالماكينة صلابته عالية وللأعمال الكبيره يكون اقتصادى وامكانية حدوث عيوب أو شروخ به أقل وعدد العماله اللازمه له أقل ولكن يعيبه صعوبة المناوره بالماكينة ويلاحظ أن الطرطشه والأوتار والبقج فى كلا الطريقتين تتم يدوياً .

13 - 1 - 4 بعض أنواع البياض .

يحدد نوع البياض وتركيبه طبقاً لمتطلبات المهندس المعمارى والتى تعتمد على نوع استخدام المنشأ والعوامل الجويه والحراره والحريق والعزل وغيرها .

سنتناول فى مايلى بعض أنواع البياض الموجوده فى السوق المصرى ، مع العلم بأن جميع الأنواع التاليه يتم استخدام طبقة طرطشه بها .

1 - بياض التخشين من طبقتين :

يتكون من :
1 - بطانه تتكون من 0.50 م3 رمل ناعم و50 كجم أسمنت وعجينه جير 0.1 م3 .
2 - طبقة ضهاره :
تتكون من 0.50 م3 رمل ناعم و75 كجم أسمنت وعجينة جير 0.18 م3..
ويجب تسوية طبقة الضهاره وتخشينها ويمس البياض ويخدم بالمحاره (أداه من الصلب لها يد خشبيه لتسوية وخدمة البياض) أو يفوط سطح البياض (يمسح بالفوطه) .

2 - بياض تخشين سمك 2سم :
يستخدم للحوائط من طبقه واحده مكونه من 0.5م3 رمل و75 كجم أسمنت و0.18م3 عجينة جير مع التخشين الجيد والمس بالمحاره .

3 - بياض تخشين طبقه واحده للأسقف :
مثل البياض السابق ولكن بسمك 1.5 سم .

4 - بياض أسمنتى للأسفال الداخليه :
يستخدم فى أسفل الحوائط لبعض المخازن ومنشآت أخرى وينفذ بسمك 2 سم ويتكون من 300 كجم أسمنت ومتر مكعب رمل ناعم ويجب خدمة البياض بالمحاره .

5 - بياض أسمنتى للأسفال الخارجيه :
البياض طبقة واحده سمكها 33 مم تتكون من 1م3 رمل + 0,19م3 عجينة جير + 300 كجم أسمنت ويتم تقسيم البياض أحياناً الى اشكال مثل الأحجار (تقسيم الى حجازى) بحيث لايزيد عرض الحجر عن 60 سم ويتم تقسيم البياض بعمل فواصل فى البياض ولايقل قطاع الفاصل (الحز) عن 10×5 مم (مسلوب)

6 - بياض أسمنتى مانع للمياه :
ويستخدم فى خزانات الماء العلويه والسفليه ليساعد على منع نفاذية الماء وتتكون من .
- طرطشة غنيه بسمك لايقل عن 5 مم تتكون من 550 كجم أسمنت ومتر مكعب رمل ناعم.
- طبقة بطانه بسمك 2 سم تتكون من 450 كجم أسمنت لكل متر مكعب رمل متدرج مضاف اليها مادة السليكا بمحتوى وزنى 0,50 % من وزن الأسمنت (ممكن اضافة مواد حديثه أو غبار السليكا بمحتوى طبقاً لتوصيات المنتج) .
- طبقة ضهاره بسمك 2 سم مكونه من 600 كجم أسمنت لمتر مكعب رمل وماء قليل جداً مع استدارة الزوايا .
- يجب الإهتمام بالمعالجه لمدة 14 يوم لمنع الإنكماش .

7 - بياض طرطشه :
ويستخدم عامة وخاصة للأماكن الساحليه (10كم من البحر) .
- طبقة بطانه سمكها 1.5 سم مكونه من 350 كجم أسمنت + 1.00 م3 رمل + 0.25 م3 عجينة جير لدنة القوام .
- طبقة ضهاره تتكون من 3 أجزاء رمل + 2 جزء مسحوق حجر جيرى +3 جزء من مسحوق الجير المطفأ + 1.5 جزء أسمنت .
ويحدد لون الأسمنت من رمادى أو أبيض أو ملون ويتم تنفيذ الضهاره رشاً بالماكينه أو باليد معاً (نفضل الماكينه) ويتم تشطيب السطح طبقاً لطلب المعمارى فتكون ضهاره ممسوسه أو غير ممسوسه أو مسطره أو مقسمه ....إلخ .

8 - فطيسه أسمنتيه للبلاد الساحليه :
وتتكون طبقه بطانه بسمك 1.5 سم مكونه من 250 كجم أسمنت + 1 م3 رمل + 0.25 م3 عجينه ماء جير لدنه (غليظه) .
- طبقة ضهاره بسمك متوسط 3 مم وتتكون من 3 جزء رمل +2 جزء مسحوق حجر جيرى + 1 جزء مسحوق أسمنت باللون المطلوب .
ويتم الحصول على سطح مستوى ثم تخشن تخشين ناعم ثم تمس بالمحاره أو تفوط .

9 - فطيسه للبلاد الغير ساحليه :
وتتميز بوجود المصيص .
- البطانه مثل بياض التخشين ونفس السمك .
- الضهاره بسمك 5 مم وتتكون من :
4 أجزاء مصيص أبيض نمره (1) .
1 جزء أسمنت أبيض .
1 جزء جير .
1 جزء بودرة حجر جيرى .
وتسوى بالمحاره وتمشط بالمنجفره .

10 - الفطيسه الجاهزه :
وهى عباره عن طبقه ضهاره ناعمه ملونه بألوان متعدده وتعبأ فى شكائر وزنها 50 كجم وفى الموقع يتم خلطها بالماء ليكون قوامها بين اللدن والمائى ويتم بياضها على الحوائط وقبل شكها الإبتدائى . يتم مسها وتسويتها بالفطيسه وهى عباره عن أداه لها يد ولوح يعطى التموجات أو التخشين المطلوب .

11 - بياض الجبس :
البطانه عباره عن طبقه واحده بسمك لايقل عن 10 مم للأسقف والكمرات ويتكون من الجبس المعجون بماء الجير السلطانى (يمكن اضافة رمل ناعم بحجم = 5/1 الحجم الكلى) ويتم الخدمه بالمحاره ونسب المكونات :
8 أجزاء جبس
2 جزء رمل
2 جزء جير سلطانى (يتم خلط الجير بالماء أولاً) .

12 - بياض مصيص :
- البطانه غالباً تكون كما ببياض التخشين أو من مونة الجبس (وذلك للأسقف) أما الحوائط فتكون البطانه كبطانه بياض التخشين .
- الضهاره بسمك لايزيد عن 5 مم وتكون من :

8 أجزاء مصيص
2 جزء جير
1 جزء أسمنت أبيض
وتعجن المونه بماء الجير

13 - بياض الكوارتز أو بياض الجرانوليت :
أنظر مواد البياض
- يتم عمل بطانه بمواصفات بياض التخشين .
- طبقة ضهاره من الكوارتز أو بياض الجرانوليت بسمك يتراوح بين 2-3 مم وذلك بعد خلطها جيداً بعد فتح العبوة مباشرة وتفرد الماده على السطح بواسطة البروه .
- ويجب التأكد من أن هذه المواد تعمل على سطح رطب أم لا (اما نرش ماء على البطانه أو ننتظر التجفيف)
- ويجب حماية المواد من أشعة الشمس ويجب الإستمرار فى التنفيذ قبل أن تتصلب تلك المواد وتستخدم محاره صلب لفرد وتسوية تلك المواد .

14 - بياض حجر صناعى :
- البطانه بسمك 2سم مكونه من 450 كجم أسمنت + 1 م3 رمل .
- ضهاره بسمك 10 مم تتكون من :
5 أجزاء حجر مجروش باللون المطلوب
1.5 جزء مسحوق نفس الحجر
2 جزء أسمنت أبيض أو ملون
ويتم تقسيم السطح النهائى أو النحت به أو دقه بالبوشاوره (طبقاً للمطلوب) .

15 - بياض تقليد الرخام (الآسكاليونا) :
- البطانه كما بالبياض الصناعى .
- الضهاره بسمك 6 مم تتكون من :
1.5 أسمنت أبيض أو ملون .
3 جزء بودره رخام .
1 جزء رمل أبيض ناعم .
وتكون لون المونه مثل لون الرخام وقبل شك المونه .
- يتم عمل خطوط التموجات الشبيهه بالرخام المطلوب .

16 - بياض موزايكو للأسفال :
- طبقة البطانه بسمك 2 سم وتتكون من :
12.5 كجم/ م2 أسمنت أبيض .
0.035 م3/ م2 رمل .
0.30 كجم/ م2 جبس .
- الضهاره بسمك حوالى 10 مم وتتكون من :
5 أجزاء كسر رخام (يمر من مهزه 4 مم ويحجز على مهزه 2 مم)
2 جزء مسحوق رخام .
2 جزء أسمنت أبيض + أكاسيد .

17 - بياض فطيسه على شبك ممدد :
- يستخدم لإعطاء سقف مستوى وينفذ كما يلى :
- أثناء صب السقف توضع أسياخ قطر 6 مم مدلاه من السقف أو تزرع بايبوكسى .
- تعلق شبكه من الأسياخ قطر 8 مم فى الإتجاهين بحيث لاتزيد سعة عيون الشبكه عن 40 × 40 سم .
- يتم دهان الأسياخ بالإيبوكسى ويجب إدخال نهايات الأسياخ فى الحوائط أو الكمرات
- يثبت أسفل الشبكه شبك معدنى ممدد من شبك معدنى ممدد (بفضل أن يكون مجلفن) وسعة عيونه 28مم×6مم ويجب ربطه بسلك صلب قطره لايقل عن 1 مم على مسافات لاتزيد عن 20 سم (وزن المتر المسطح 1.25 كجم/ م2) .
- يغطى الشبك المعدنى بمونه بسمك لايقل عن 1 سم تتكون من :
450 كجم أسمنت .
1 م3 رمل
- بعد مرور اسبوع يتم تنفيذ الطرطشه والبياض المطلوب من أى نوع .

13 - 1 - 5 التكسيات :

أ - عام .
وتشمل تكسية الحوائط بوحدات جاهزه مثل السيراميك أو بلوكات الحجر الصناعى وتستخدم فى المطابخ ودورات المياه والمناطق الصناعيه ويستخدم السيراميك المزجج (الأرمالدو) والذى يطلى سطحه بطبقه من الطلاء الزجاجى الملون باللون المطلوب تحت حراره عاليه ويوجد منها مقاسات مختلفه وكذلك السيراميك العادى بأبعاده وأشكاله المختلفه ويجب على المهندس رسم شكل البلاط وتوزيعه على لوحه لكى يختار الشكل المناسب ويضع بلاطات مستطيله بأشكال وألوان مختلفه (لستلو) على مسافات وارتفاعات مختلفه وهذه البلاطات التجميليه سعرها أغلى كثيراً وبالنسبه للسيراميك المزجج فلا يزيد التغير فى السمك عن + 0.4 مم ويتم التركيب كما يلى :
- البطانه بسمك 1 سم مكونه من 1 م3 رمل + 300 كجم أسمنت وتعجن بماء الجير (أو ماء عادى فى المشروعات الخاصه) .
- فى حالة السيراميك المزجج بعد شك البطانه تعمل تخانه تحضيريه بسمك 1 سم من نفس المونه السابقه وبعد جفاف الماء السطحى يلصق السيراميك بعد وضع لبانى أسمنت خلف القطعه .
- فى حالة السيراميك العادى تستخدم نفس مونة اللصق السابقه بحيث لايزيد السمك عن 0.50 سم ويبدأ العمل بعد حوالى 3 أيام من الضهاره .
- أثناء العمل يجب التأكد من استواء السيراميك أفقياً أو رأسياً كما سبق أن ذكرنا فى البياض .
- يتم تسقية اللحامات بلبانى الأسمنت باللون المطلوب وبعد مرور فتره زمن شك ابتدائى يتم التنظيف بفوطه .

ب - كسوة السلالم بالموزايكو :
- بعد صب السلم من الخرسانه المسلحه يتم تركيب كسوه للسلالم من الموزايكو وتحسب بالمتر الطولى شكل رقم (13 - 3) .
- يتم تكسية أرضية السلم (نائمه) بلوح من الموزايكو بسمك 60 مم وتسليح طولياً بـ 6 أسياخ قطر 8 مم وكانات 6 مم كل 20 سم أما القائمه فتكون بسمك 40 مم وتسليح طولياً بـ 2 سيخ قطر 8 مم وكانات 6 مم كل 20 سم .
- يتم عمل قالب أورنيك للتكسيه بأبعاد درجات السلم وبعد ذلك الأورنيك من الجبس .
- يتم صب الطبقه العلويه أولاً بسمك 2.5 للنائمه و 1.5 سم للقائمه من المكونات التاليه :
4 أجزاء كسر رخام (ادفو) .
1 جزء كسر بازلت رفيع .
2 جزء بودرة رخام (ادفو) .
3 أجزاء أسمنت أبيض .

- بعد مرور ساعة تصب باقى الكسوه بخرسانة تتكون من .
0.8 م3 زلط فينوا (مقاس 8/3 بوصه أو من سن صفر) .
0.4 م3 رمل .
350 كجم أسمنت
- بعد شك ومعالجة الكسوه يتم جلاء السطح النهائى بحيث يظهر الرخام ثم يلمع بالشمع بعد التركيب .
- يتم لصق الكسوه بسمك 6 مم للنائمه و 3 مم للقائم بمونه أسمنت غنيه (1 أسمنت : 3 رمل) ويتم سقاية الفواصل يدوياً بالأسمنت الأبيض أو باللون المطلوب .

13 - 1 - 6 الرخام والجرانيت

1 - مقدمه :
سبق فى باب الأحجار التعرض لبعض خواص الرخام والجرانيت .

2 - الرخام :
الرخام هو حجر جيرى متحول تعتمد خواصه على اساسه الكيميائى هل هو حجر جيرى أو دولوميتى ويعتمد على العمق الموجود فيه وعلى الأكاسيد التى تؤثر فى لونه ولذلك فالرخام تختلف فى صلادته وقوته ولونه .

2 - 1 الرخام وارد الخارج :
وهو أنواع متعدده مثل :
أ - رخام الكراره الأبيض وارد ايطاليا وقد يكون أبيض خالى من العروق أو به عروق زرقاء والرخام الأسود البلجيكى والرخام الأحمر بدرجاته المختلفه والرخام الأخضر والأصفر والذهبى والأزرق ويوجد الآن الرخام الصينى بكثره .

2 - 2 الرخام المحلى :
ومنها الرخام الأبيض وارد إدفو وقد يكون به عروق بنى والرخام الأسود من إدفو وبه عروق سوداء ورخام أخضر من قنا ورخام البرلاتو من أسيوط (مصفر اللون به نقط رمادى) ورخام البوتشينو (من محاجر الزعفران) وهو وردى اللون ورخام أصفر من السويس ويوجد حجر متحول وهو الألبستر الذى استخدم فى تكسية الحوائط .

2 - 3 الرخام الصناعى :
وهو مكون من كسر الرخام والأسمنت بألوان مختلفه ومواد كيميائيه ولكنه أقل جوده من الرخام الطبيعى وقبل استعماله يجب اختباره جيداً للتأكد من مقاومته للصدم (عدم حدوث كسر عند سقوط مطرقه 1 كجم من ارتفاع 30 سم) ولذلك لعينه قياسيه .
- لايزيد امتصاصه عن 0.2% ولايزيد التآكل عن 3.2 عند التعرض للبرى بدوران طوله 1000 متر

2 - 4 تنفيذ الرخام :
- يتم استلام الرخام من الفرز الأول بعد اجراء الفحوصات والتجارب اللازمه عليه .
- فى حالة ترابيع الرخام للأرضيات يتم التركيب كما جاء بالبلاط على أن لاتقل سمك فرشة الرمل المدموك عن 6 سم وسمك مونة اللحام (300 كجم أسمنت /م3 رمل) لايقل عن 3 سم
- فى حالة الأعمده والحوائط والكمرات الرأسيه يتم عمل بؤج جبسيه (أسمنت + جبس + رمل) سمكها 6 سم .

- يتم وزن البقج أفقياً ورأسياً .
- يتم تنفيذ مدماك رأسى مكون من عدة قطع بجوار بعضها ويتم وزنها جيداً فى الإتجاهين ويتم الربط بين القطع من الخارج بعجينه جبس غنيه (جبس + ماء) ويتم تثبيت الرخام من الداخل بكانات من النحاس ، أما أرفف الرخام تثبت على كوابيل حديد (48×48×5مم) فى الحوائط بمونه أسمنت ورمل (1 : 3) ثم تدهن الكوابيل الحديديه بالإيبوكسى الغنى بالزنك أو بوجهين سلقون وثلاثة أوجه بويه زيت.
- يتم تفريغ مونه أسمنت ورمل وماء سائله بين الحائط والرخام (مونه لاحمه) .
- يتم تنفيذ المداميك اللاحقه بفاصل 24 ساعه ويتم المعالجه .
- يتم ملأ اللحامات بلبانى (سائل) أسمنت أبيض مضاف إليه مسحوق رخام أبيض.
- بعد التنفيذ يغطى الرخام بالخيش أو الجبس حتى لايتعرض للتلف .

2 - 5 بعض بنود الرخام :

2 - 5 - 1 درج السلالم والمداخل :
- سمك رخام للنائمه = 4 سم .
- سمك رخام للقائمه = 2 سم .
- سمك مونة لصق النائمه = 6 سم .
- سمك مونة لصق القائمه = 2 سم .
- مونة اللصق 350 كجم أسمنت لكل 1م3 رمل .
- يتم التجليه للرخام .
- يتم التسقيه بلبانى أسمنت أبيض .

3 - الجرانيت :
يرجع لباب الأحجار والجرانيت المصرى يعتبر من أجود أنواع الجرانيت ومنه الجرانيت الأسود من محاجر أسوان والجرانيت الأحمر (وردى غامق أو وردى فاتح بنقطه سوداء) ويوجد جرانيت وارد الخارج مثل الجرانيت الأحمر (كاربازى) ويستخرج من أسبانيا ويصنع بإيطاليا ويوجد جرانيت النيل وهو أسود وبه بلورات زرقاء ويوجد بكثره فى إفريقيا وينفذ بنفس طريقة الرخام .

13 - 2 الدهانات

13 - 2 - 1 مقدمه :
الدهانات هى الطبقه النهائيه للحوائط والأسقف والأرضيات والأبواب والشبابيك وتختلف من تشطيب لتشطيب ومنها دهان الزيت والبلاستيك ودهان الأرضيات وغيرها .

13 - 2 - 2 الألوان :
إن الألوان الأساسيه هى الأبيض والأصفر والأزرق والأخضر والأحمر والأسود والألوان الثانويه هى الألوان التى تنتج من خلط الألوان الأساسيه ومنها الكريم والسماوى والروز والرمادى والبنفسج والبستاج .
وعندما نخلط اللون الأصفر بالأحمر نحصل على اللون البرتقالى وعندما نخلط اللون الأصفر بالأزرق نحصل على اللون الأخضر وعندما نخلط اللون الأحمر بالأزرق نحصل على اللون البنفسجى .
وتلعب الألوان دور نفسى فى غاية الأهميه فاللون الأبيض يعطى الإحساس بمساحات أكبر والإحساس بالنظافه .
واللون الأحمر يثير الأعصاب ويجعلها متحفزه لذلك يدهن بها غرف الملاكمين واللاعبين قبل النزول للملعب مباشرة ولذلك غالباً نجد أن الفرق التى تلبس الفانله الحمراء حريصه على الفوز مثل الأهلى .
واللون الأزرق يساعد على التركيز واستخدام اللون السماوى يوحى بالهدوء والراحه ويهدئ الأعصاب لذلك يستخدم فى المستشفيات .

واللون الأصفر يوصى بالمرح والنشاط وهو لون طارد للحشرات .
واللون الأخضر يساعد على راحة أعصاب العين ويستخدم فى حجرات المكاتب والمكتبات ولايستخدم فى غرف الطعام لتغييره لون الأطعمه .

13 - 2 - 3 المواد المستخدمه فى الدهانات :

تستخدم عدة مواد فى الدهانات ومنها الجير وزيت بذور الكتان وبودرة أبيض الزنك (من مسحوق أكسيد الزنك) وزيت النفط (التربنتينا) وهى مواد تضاف للتخفيف وزيادة التشغيليه والمواد الملونه والتى تنقسم الى أكاسيد ألوان وهى قليلة الإستخدام الآن أو علب جاهزه للألوان والمعجون والورنيش واللاكيه والدوكو ويستخدم كذلك الكوارتز فى بعض المنشآت للعمل كبطانه وضهاره فى نفس الوقت .

13 - 2 - 4 دهان الجير :

أ - المواد المستخدمه .

يستخدم الجير السلطانى الأبيض نمره (1) ومادة الشبه وملح الطعام .

ب - التنفيذ :

1 - يتم تنظيف الحوائط ومعالجة الشروخ .
2 - يتم الدهان بالفرشه لطبقة البطانه من الجير والشبه (فى حالة عدم توفرها يستخدم كلوريد الصوديوم ولكنه غير مفضل) وتتكون الطبقه من النسب التاليه :
- 1م3 جير حى : 7 كجم شبه + ماء (كل كيلو شبه يحتاج لحوالى 150 — 160 لتر ماء) بحيث يكون المحلول قوامه مائى .
- يتم خلط محلول الجير الحى وتصفيته بمصفاه سلك قبل دهانه .
3 - يرش الوجه الأخير بالماكينه أو الفرشه وتتكون من النسب السابقه مع تقليل الماء حتى يكون المحلول غنى (كيلو الشبه يحتاج حوالي من 100 — 120 لتر ماء) واضافة أكسيد لون مناسب ويقوم المهندس بإضافة الماء بحيث يكون قوام المحلول مناسب (قوام معلق بين المائى واللدن) ويتم تصفيته بمصفاه سلك ويقوم النقاش ومساعده فى تنفيذ هذا الدهان ويعمل الجير كماده مالئه ومادة لاحمه والضهاره تتكون من 1 م 3 جير حى + 18 كيلو شبه + 2 جم أكسيد لون ، ولإنتاج المتر المربع من البطانه نحتاج تقريباً لـ 125 سم3 جير و 0.875 كجم شبه . أما الضهاره فتحتاج لـ 172 سم3 جير و 3 جرام شبه و 34 جرام أكسيد لون وكل نقاش يمكنه انتاج حوالى 200 م2 فى اليوم مع مساعده .

13 - 2 - 5 دهان الزيت :

13 - 2 - 5 - 1 مقدمه :

قديماً كان الإعتماد الأساسى على استخدام زيت بذور الكتان النقى والخالى من الشوائب ويجب أن يكون من مصانع معتمده من المعامل المعتمده وحالياً أصبح هناك بجانب زيت بذور الكتان بويه زيوت جاهزه . ويستخدم المعجون كبطانه للبويه ، ودهان الزيت إما أن يكون لونه مط (غير عاكس لأشعة المصابيح) أو نصف لميع (البويه تعكس الأشعه بطريقه جزئيه) ويفضل استخدام الألوان المط .

13 - 2 - 5 - 2 تنفيذ دهان الزيت المط :

يتم التنفيذ طبقاً للخطوات التاليه :

أ - يتم تنظيف الحوائط والأسقف جيداً من الأتربه أو المواد عالقه .

ب - التأكد من عدم وجود رطوبه بالحوائط أو الأسقف وفى حالة وجود رطوبه يجب تجفيفها ثم يتم دهان هذه الأجزاء بماده من انتاج شركات البناء الحديثه (تعمل هذه الماده على منع الرطوبه من مهاجمة الدهان وزيادة تلاحم الحائط مع الدهان) .

ج - تنفيذ وجه تحضيرى (وجه تجليخ) ، هذا الوجه يتكون من زيت بذور الكتان النقى المعتمد (مثل زيت المفتاحين) وماده النفط (زيت التربنتينا) وهى ماده مخففه تساعد على سهولة التشغيل وتزيد من زمن الشك . وتتكون تلك الطبقه من 33 % زيت بذر كتان غير مغلى و 67% نفط (نسب حجميه) .
- يتم الدهان بالفرشه .

د - تنفيذ المعجون :

د - 1 الوجه الأول للمعجون :

ويتم تنفيذه بعد مرور 24 ساعه على الأقل من الوجه التحضيرى .
ويتكون هذا المعجون من النسب التاليه بالوزن ، 10 كجم أسبيداج (العامه يسمونه سيبداج) يضاف اليها 2 كجم من الغراء بعد تسخينه والأسبيداج ماده بيضاء مثل بودرة الطباشير تعمل كماده مالئه والغراء يمثل الماده اللاحمه ويتم خلطهما جيداً حتى يكون المعجون متجانس ولدن .
ويقوم النقاش بتنفيذها بواسطة سكينة المعجون من أعلى لأسفل بحيث لاتترك أية منطقه بدون تغطيه وبحيث تسحب السكينه على الحائط .
فى اليوم التالى يتم سنفرة الحائط لتنعيمه .

د - 2 الوجه الثانى من المعجون :

وينفذ هذا الوجه بسكينة المعجون من اليمين لليسار ويتكون هذا الوجه من 8 كجم سيبداج + 2/1 كجم زيت بذر كتان (ماركة المفتاحين) + 1.5 كجم غراء + 2/1 كجم مسحوق أكسيد زنك أبيض خالى من أية شوائب ويفضل اضافة قليل من اللون الأصفر لتمييز هذا الوجه ولضمان عدم ترك أية جزء بدون هذا الوجه .
- بعد مرور 24 ساعه يتم استخدام سنفره ناعمه جداً (سنفره صفر Zero) .

د - 3 الوجه الثالث من المعجون :

وينفذ من الأعلى الى الأسفل ويتكون من :
8 كجم سيبداج + 0.75 جم زيت + 1 كجم زنك + 1.5 كجم غراء
ويتم التحكم فى نسبة الزيت والغراء لإعطاء لدونه مناسبه للمعجون .
- يجب السنفره جيداً حتى الوصول لسطح ناعم جيد .

هـ - تنفيذ دهان الزيت المط :

فى الأعمال الجيده يفضل استخدام 3 أوجه تنفذ كما يلى :

هـ - 1 الوجه الأول أبيض :

- يتكون هذا الوجه من 3 كيلو بويه دهان مط جاهزه من ماركة معتمده (مثل سانيتون) ويضاف اليه 3 لتر نفط .
- يتم خلط البويه جيداً ويتم الدهان بفرشه بعد تمام شك المعجون .

هـ - 2 الوجه الثانى :

يتكون من 3 كيلو زيت مط (مثل سانيتون) ويضاف اليها 2 لتر نفط ويضاف اليها اللون المطلوب .
- يمنع استخدام السنفره .

هـ-3 الوجه الثالث :

يتكون من 3 كيلو زيت مط ويضاف اليها 1.5 لتر نفط ويضاف اليها من 6/1 إلى 8/1 كجم من عبوات لون مركزه (مثل شركة ميدو أو الينوفريال أو الجزيره أو أى ماركه معتمده) وهذه العبوات أفضل من أكاسيد الألوان التى يتغير لونها .

13 - 2 - 5 - 3 دهان زيت نصف لميع :

يستخدم نفس الخطوات حتى تنفيذ المعجون .

أ - الوجه الأول للبويه :

مثل الوجه الأول لبوية الزيت .

ب - الوجه الثانى للبويه :

يستخدم 3 كجم زيت مط (سانيتون) بالإضافه الى 1.5 كجم زيت لميع (مثل السنتال) بالإضافه الى 2 لتر نفط (يضاف النفط بالكميه التى تحقق القوام المطلوب) ويضاف اللون المطلوب ويتم التأكد من المالك للون .

ج - الوجه الثالث :

يستخدم 3 كجم زيت مط (سانيتون) بالإضافه الى 3 كجم زيت سنتال لميع + 3 كجم نفط + كمية اللون المناسبه .

13 - 2 - 6 دهان البلاستيك :

يتميز دهان البلاستيك بسهولة تنظيف الحوائط بفوطه مبلله بدون حدوث أى تلف للبويه والبلاستيك هو نوع من البوليمرات التى تتصلب رغم إضافة الماء لها (ومنها Poly vinyl acetate Polymer) .

13- 2 - 6 - 1 المراحل التحضيريه والمعجون :

يتم التنظيف والتأكد من الجفاف وعمل وجه التجليخ كما جاء فى بوية الزيت وبعض المهندسين يفضلوا استخدام معجون يتكون من ماده دهان البلاستيك (10%) ويضاف اليها 80% من الإسبيداج + 10 % ماء + قليل من المواد التى تمنع العفونه . من خبرة المؤلف يفضل استعمال معجون الزيت لأنه يكون أقوى وعموماً هذا يعود لإختيار المهندس ولكن نؤكد على أن يترك معجون الزيت حتى يتم تصلده تماماً ويجب عدم زيادة محتوى الزيت فى الوجه الثالث (2/1 كيلو بدلاً من 0.75 كجم) .

13 - 2 - 6 - 2 الدهان المط :

الوجه الأول :

يتكون من 3 كجم بلاستيك مط من ماركة معتمده (مثل سايبس أو بروتال) ويتم تزويبها وخلطها مع محتوى ماء يتراوح بين 35 و 40 % .

الوجه الثانى :

يتكون من 3 كيلو بلاستيك ويضاف اليها الماء بنسبة 25 % ويضاف اليها اللون المناسب من عبوات جاهزه كما فى بوية الزيت .

الوجه الثالث :

يتكون من 3 كجم بلاستيك ويضاف اليها ماء نسبة تتراوح بين 10 و 11 % وإضافة اللون المناسب .

13 - 2 - 7 دهان الأرضيات الخشبيه بالورنيش (الفلوت) :

ويستخدم لدهان أرضيات الخشب من السويد أو الزان أو القرو ويتم ذلك كما يلى :

أ - وجه تحضيرى :

يتم الدهان بوجه من مادة الأربوريت أو مادة السلر ويتم تخفيفها بمادة التنر (يستخدم كيلو سلر مع 3 كيلو جرام تنر) .

ب - السنفره والتلقيط :

يتم صنفرة الأخشاب ويتم تلقيط أية خدوش أو فجوات بمعجون يتكون من نشاره الخشب الناعمه وورنيش وقليل من الغراء وهذا هو المفضل أو معجون من 10 كجم سيبداج و 4/1 كيلو غراء وعمل سنفره جيده جداً .

ج - أوجه الفلوت :

يتم دهان الوجه الأول من 1 كجم ورنيش (فلوت أو فلوت ميدو) و4/1 كجم نفط .

بعد التصلب يتم دهان الوجه الثانى من كيلو ورنيش + 4/1 كجم نفط ويمكن دهان وجه ثالث للحصول على درجة لمعان عاليه من كيلو ورنيش و8/1 كجم نفط .

13 - 2 - 8 دهانات أخرى :

مثل دهان اللاكيه حيث يتم تنفيذ دهانات الزيت وفى النهايه تدهن مادة اللاكيه وهو يتكون من أكسيد التيتانيوم والمذاب فى راتنج مع اضافة مصلب (مثل الكوبالت) واللون المطلوب ويوجد كذلك دهان الكوارتز وهو عباره عن عبوه جاهزه .

وتوجد أيضاً دهانات الإيبوكسى وتتكون من راتنج بوليمرى Hardener ومصلب Resin واللون المطلوب ويجب دهانه قبل تصلبه (خلال ساعه من الخلط) وتوجد راتنجات متعدده مثل راتنج الأكريلك والبولى ريثان وتوجد بويات الإلكتروستاتيك .

13 - 2 - 9 دهانات النجاره :

وتستخدم نفس الدهانات لزوم الحوائط لكن الوجه التحضيرى يكون من 3 كيلو جرام زيت مط (سانيتون) + 3 لتر نفط .

13 - 2 - 10 استلام الدهانات :

- يقوم المقاول بتقديم النشرات الخاصه بالمواد والتجارب التى تم إجراؤها عليها .
- استلام جميع خطوات تنفيذ الدهان وتسجيل المهندس تواريخ كل مرحله .
- يكون الدهان متجانس .
- يكون الدهان ناعم وليس به نتوءات .
- لايكشف الدهان السطح السفلى له (يكون اللون مغطى لأسفله تماماً) .
- فى حالة دهان نصف لميع يجب أن تكون اللمعه ظاهره ومتجانسه .
- يتم وضع شريط سوليتب بطول 50 سم على الدهان بعد جفافه ويتم الضغط على طول 25 سم منه بكيس من النايلون . ثم يضغط عليه باليد ويترك فتره (حوالى 10 دقائق) ثم ينزع الشريط عمودى على الحائط فإذا لصقت به البويه يكون الدهان غير جيد .
- يتم إحضار قطعة قماش من القطن مبلله بالماء يمسح بها المهندس بقوة الدهان حوالى عشرة مرات فإذا لم يظهر بالقماش أثر البويه يكون الدهان جيد واذا ظهر أثر بسيط تكون البويه متوسطه أما اذا علقت البويه بالقماش فيكون ردئ .

13 - 2 - 11 طرق التنفيذ والعيوب وتوصيات عامه :

تنفذ البويات بإستخدام الفرشه أو الروله أو بالرش بالمسدس بإستخدام ماكينه بها كمبرسور والتى تستخدم فى الأماكن ذات الحيز الكبير وتنحصر العيوب فى ظهور فقاقيع أو تآكل أو تشقق أو زوال اللون أو حدوث نزيف (bleeding) للزيت أو تغير للون ومن المهم التأكيد على مايلى :

- جفاف الأسطح المراد دهانها .
- فى حالة دهان النجاره يجب إزالة أية بذوذ هشه ومعجنتها بالمعجون ودهان مكان العقد بالجملكه .
- استخدام فرش من النوع الجيد ويجب تنظيفها دائماً بالمنظف المناسب مثل التنر .
- استخدام الروله فى المساحات الكبيره .
- الدهانات الإيبوكسيه والورنيشات السليلوزيه واللاكيه يفضل دهاناتها بالمسدس .
- تخصص فرش للبويات من البلاستيك .
- الدهانات التى تتكون من راتنج ومصلب يجب خلطها جيداً حتى تكون تامة التجانس وبعد تمام الخلط ، يتم الإستخدام خلال فتره Pot life زمن التشغيل ولاتستخدم بعد تلك الفتره (الموجوده فى نشرة المواد) .
- يقوم المقاول بالإستعانه بالنشرات وخبرته والموسوعات الهندسيه بتحديد معدلات المواد ومعدلات التشغيل .

الباب الرابع عشر

العقود الهندسيه ومقدمة عن تحليل الأسعار

14 - 1 الشروط العامة للعقود الهندسية :

14 - 1 - 1 عام :

هذا الباب يحتوي علي بعض المفاهيم و التعاريف واسس العقود الهندسية وعقود الاتحاد الدولي للمهندسين الاستشاريين وعلي المهندس الاطلاع علي الكتب المتخصصة في هذا المجال والعقد يحتوي بالاضافة للشروط العامة علي الشروط الخاصة والتي يتم اضافتها بمعرفة المالك والمهندس لتناسب المشروع وفيما يلي تلخيص للشروط العامة والعقود النمطية الصادرة من مركز بحوث الاسكان والبناء (نموذج استرشادي لعام 1994)

14 - 1 -2 التعاريف :

توجد تعاريف كثيرة سنتناول بعضها فيما يلي :
رب العمل : والمقصود به مالك المشروع وهو الطرف الاول في التعاقد
المقاول : وهو الطرف الثاني في التعاقد والذي يقوم بتنفيذ المشروع
المهندس : وهو الجهه المعينه من رب العمل والذي يقوم بمسؤلياته المحددة في العقد
العقد : ويحتوي علي وثيقة التعاقد و الشروط العامه والخاصة و المواصفات الفنية و الرسومات وقوائم الاسناد وغيرها

وتوجد تعريفات اخري ستذكر لاحقاً مثل مندوب المهندس ووثيقة العقد و المواصفات و الرسومات و قوائم الكميات و العطاء وخطاب الترسية والأعمال الدائمة والمؤقتة ومعدات المقاول و إنجاز الاعمال ومدة إنجازها
وإختبارات الاستلام الإبتدائي وتعريف الموقع وتامين الاعمال والاخطار الكتابي

14-1-3 العقد :

ويمكن تلخيص ما يتعلق به فيما يلي :

14 - 1 - 3 - 1 اللغه :

يحرر العقد ومراسلاتة باللغة العربيه ويجوز ترجمته لإحدي اللغات الأجنبيه
في حالة ما يكون المقاول أجنبي فيمكن كتابة العقد بلغة اجنبيه مع عمل ترجمه للعقد باللغة العربية وفي حالة وجود خلاف يعتمد النص الاجنبي .

14 - 1 - 3 - 2 القانون :

القانون الحاكم علي العقد هو القانون المصري المعتمد في وقت توقيع العقد .

14 - 1 - 3 - 3 قيمة العقد :

هي مجموع تكلفة فئات الأسعار المنفذه فعلاً مضاف إليها أو مخصوم منها أية مبالغ يعتمدها المهندس .

14 - 1 - 3 - 4 مستندات العقد :

يشمل العقد المستندات التاليه و التي تعتبر وحده واحده لا تنفصل :

1 - وثيقة التعاقد : وهي الوثيقه التي فيها أطراف التعاقد و إسم المشروع ومكونات العقد الرئيسيه

2 – خطاب الاسناد (القبول) - 3 - العطاء - 4 – الجزء الأول من الشروط (الشروط العامة)

5 - الجزء الثاني من الشروط (الخاصه) - 6 - الرسومات التنفيذيه

7 - المواصفات الفنيه العامة للأعمال - 8 - قوائم الكميات المسعره

9 – أي مستندات أو مراسلات موجودة قبل العقد ويقر الطرفين بإعتبارها من مشتملات العقد

14 - 1 - 3 - 5 تعديل شروط العقد و التنازل عنه :

لايجوز تعديل أحد شروط العقد إلا بإتفاق كتابي قانوني ، ولا يجوز للمقاول التنازل عن العقد للغير أو جزء من العقد للغيرإلا بموافقة كتابيه بين طرفي التعاقد ، ويكون المقاول والمقاول الذي تم التنازل إليه مسؤلين تضامنيا عن تنفيذ العقد أمام المالك

14 - 1 - 3 - 6 مقاولي الباطن :

يذكر المقاول أسماء مقاولي الباطن الذي سيستعين بهم في تنفيذ الأعمال عند تقديم العطاء ، و في حالة رغبته بعد التعاقد في إضافه مقاولي باطن آخرين فيجب علية أخذ موافقة كتابية من رب العمل ، ويتكفل المقاول بصرف مستحقاتهم .

ويمكن وضع شروط عامة لمسئولية المقاول أو اتحاد المقاولين والوضع في حالة وفاة أحدهم والتزامات مقاولي الباطن والمقاولين المسمين وكيفية صرف مستحقاتهم وواجبهم وواجب المقاول في تسهيل عمل المقاولين الآخرين بالموقع

14 - 1 - 4 صلاحيات المهندس و الرسومات :

ويشمل الاشتراطات العامة التي تخص صلاحيات المهندس المعتمده من رب العمل ، وتحديد مندوبه في الموقع و المعاونين له وإلتزامه بالتعليمات الكتابية لطرفي التعاقد ، وحياده هو ومندوبيه ، وصلاحيته فى التفتيش علي الأعمال والمواد واختبارها وفحص الأعمال و الكشف عليها و التفتيش عليها ، وحقه في إيقاف الأعمال وحقه في الحصول علي الرسومات وعمل تصحيحات بها اذا إقتضت مصلحة المشروع ذلك ، وتوفير نسختين من الرسومات للمقاول علي نفقة رب العمل ، وتوفير أي نسخ أخري علي نفقة المقاول وحق المقاول في أخذ اية معلومات من المهندس وحق المهندس في استبعاد اي شخص من الموقع .

14 - 1 - 5 الاشتراطات الخاصه بالموقع :

وتشمل امداد المقاول بكافة بيانات الموقع ، ويخطر المقاول المهندس بالمعوقات الطبيعيه أو الصناعيه التي تعيق التنفيذ ، ويقوم المالك بتمكين المقاول من حيازة الموقع والتوقيع علي مستند استلام الموقع ، وعلى المقاول أن يعمل علي نظافة الموقع أثناء العمل و بعد إنهاء الأعمال ، وعلية إنارة وتوصيل المياة للموقع ، و إذا ظهر رمل أو ركام صالح للإستخدام في الموقع يلتزم المقاول بإستخدامها ويحاسب عليها بسعر مناسب يحدده المهندس وإذا إكتشف آثار فتعود للدوله

14 - 1 - 6 التأمين النهائي :

يلتزم المقاول خلال 21 يوم من تاريخ قبول عطائه بأن يستكمل التأمين النهائي المنصوص عليه في خطاب الإسناد ، ويظل خطاب الضمان الصادر من البنك سارياً حتي تاريخ التسليم النهائي ، ويحق للمالك مصادرة التأمين النهائي استيفاء لحقوقه بعد إخطار المقاول كتابة .

14 - 1 - 7 تاريخ بدء العمل :

يعتبر تاريخ تسليم الموقع خالياً من العوائق أو الإشغالات وكذلك صرف الدفعة المقدمة المنصوص عليها فى العقد للمقاول أيهما لاحق هو تاريخ بدء العمل بشرط استخراج الرخص .

14 - 1 - 8 مدة إنجاز الأعمال :

يقوم المقاول بتنفيذ المشروع من تاريخ بدء العمل مضاف اليه مدة تنفيذ الأعمال الوارده فى خطاب الترسيه بالإضافه إلى المدد الاضافيه المعتمده من المهندس . ولا يطلب المقاول مدد إضافيه من المهندس إلا كتابة خلال 28 يوم من لحظة حدوث السبب .ويجب على المقاول تعزيز طلبه بالمستندات. ويجب عليه إخطار رب العمل .

14 - 1 - 9 غرامة التأخير :

إذا تأخر المقاول عن تسليم المشروع فى المده المحدده فى البند السابق توقع عليه غرامة تأخير والتى يجب ذكر قيمتها فى الشروط الخاصه بالعقد والتى لها حد اقصى يجب ذكره. إذا حدث تأخير فى بعض البنود التى لا تمنع استخدام المنشأ فيمكن لرب العمل فرض الغرامه على تلك البنود فقط .

14 - 1 - 10 وقف الأعمال :

يقوم المقاول بوقف الأعمال كلياً او جزئياً بناء على أمر كتابى من المهندس . يتحمل المقاول هذا التوقف إذا كان منصوص عليه فى العقد أو نتيجة حدوث خطأ جوهرى من المقاول أو عدم إلتزامه بالعقد او لسلامة المنشئات . يحق للمقاول الإعتراض كتابة للمهندس علي ايقاف الأعمال وشرح دفاعه .

- عند زوال أسباب توقف الأعمال أو بمرور 60 يوم من تاريخ التوقف الغير منصوص عليه فى العقد يقوم المقاول بطلب إستئناف الأعمال . إذا لم يتم استئناف الأعمال خلال 28 يوم من الأخطار يحق للمقاول إخطار المهندس بفسخ العقد مع رب العمل ، أو إلغاء الجزء المتوقف ان كان ذلك لا يؤثر على إستخدام المنشأ .

14 - 1 - 11 تغيير الأعمال :

- على المهندس أن يكتب فى الإشتراطات الخاصه حق رب العمل فى زيادة أو نقص كمية أى نشاط منصوص عليه فى التعاقد ، وله كذلك الحق فى الغاء أى نشاط أو جزء منه أو تنفيذ أعمال إضافيه لها علاقه بالمشروع ولايعتبر ذلك مبطلاً للعقد ولا يتم ذلك إلا بإخطار كتابى من المهندس أو بموافقة على خطاب من المقاول موجه للمهندس فى حالة إصدار أوامر شفهيه له .
- لايحق للمقاول المطالبه بأية أسعار إضافيه أو مدة إضافيه إذا كانت الزياده فى الكميات لاتتجاوز الـ 10 % من كمية الأعمال فى العطاء .
- لايحق للمقاول المطالبه بأية حقوق فى حالة انقاص الكميات بنسبه حتى 10% وفى حالة انقاصها بنسبه أكبر فيحق للمقاول طلب تعويض مناسب يتفق عليه .
- فى حالة زيادة الكميات عن 10% ، يقدم المقاول طلباته بزيادة الأسعار والمدة الإضافيه للمهندس لدراستها والإتفاق عليها من خلال أسعار المقايسه الشبيهه ، وفى حالة عدم الإتفاق يحدد المهندس السعر والمدة المناسبه ويلتزم المقاول بالعمل بها حتى يتم تسوية ذلك النزاع كما يأتى فى البنود الخاصه بتسوية المنازعات .

14 - 1 - 12 المقاول :

على المقاول تنفيذ المشروع طبقاً لشروط التعاقد ، وعليه مراجعة المشروع كأنه صادر منه ، واعداد التصميمات والرسومات التنفيذيه والتراخيص (اذا نص علي ذلك فى العقد) واستلام الموقع وتخطيطه وعمل تجهيزات لإقامة المهندس ودولابه وكذلك مندوبى رب العمل وتنفيذ الأعمال طبقاً لشروط التعاقد والمواصفات ، وعلى المقاول تحديد مندوبه فى الموقع ويوفر الجهاز والمعدات اللازمه لتنفيذ المنشأ ، وعليه تغيير أى شخص يستبعده المهندس ، وتحديد أماكن التشوينات ، واذا أراد إستئجار معدات فيكون ذلك بموافقة رب العمل ، ويحق له استبدال ماده بماده أخرى تحقق المواصفات ويكون ذلك بموافقه المالك ، ويقوم بتخطيط الأعمال وعمل برنامج زمنى للتنفيذ ، وعمل الجسات اللازمه ، ولايعمل ليلاً أو فى العطلات إلا بموافقة رب العمل ، ويحق له مكافأة إنجاز فى حالة إنهاء المشروع مبكراً بما يوازى غرامة التأخير (يرجع لباب التنفيذ وضبط الجوده) مالم يذكر المالك خلاف ذلك فى الشروط الخاصة . وعليه تسديد الضرائب والرسوم فى ميعادها والرسوم الجمركيه ، وحفظ حقوق الغير فى الملكيه أو براءات الإختراع والمحافظه على الخدمات العامه أثناء التنفيذ من شبكات مياه أو صرف أو كهرباء أو تليفونات ، وعليه حماية الماره والمحافظه على الطرق وعلى عمالته أثناء التنفيذ ، ومسئوليته عن المحافظه على الأعمال خلال فترة التعاقد وحتى الإستلام النهائى ، وعلية تقع أية أضرار وحوادث واصابات أثناء التنفيذ إلا المخاطر المستثناه وقت الحروب ومايشابها وعليه عمل وثائق التامين التى تشمل التأمين على المنشآت والتأمين على المعدات والعمال والتأمين لصالح رب العمل وعلى المقاول الحصول على موافقة كتابيه من رب العمل على شروط التأمين قبل البدء فى تنفيذ الأعمال وتقديم وثائق التأمين لرب العمل .

14 - 1 - 13 إستلام الأعمال :

14 - 1 - 13 - 1 الإستلام المرحلى :

على المهندس مراجعة الخامات والمواد وجميع الأعمال التى يتم تنفيذها ومناسبة المعدات المستخدمه فى التنفيذ للعمل من هزازات وخلاطات وغيرها ، وعليه الإطلاع على جميع مستندات ضبط الجوده والتفتيش الداخلى والخارجى والتحقق من إستيفاء جميع البنود لشروط المواصفات القياسيه والكودات والإشتراطات ومتطلبات ضبط الجوده حتى يتسنى له إعتماد المتطلبات الماليه للمقاول خلال التنفيذ ويحق للمهندس إجراء أية إختبارات تأكيديه للتحقق من الجوده (أو الإطلاع على نتائج لاحقه) وبذلك يعيد تقييم استلامه أولياً لبعض البنود خلال مراحل التنفيذ .

14 - 1 - 13 - 2 شهادة التسليم الإبتدائى والجزئى :

- بعد الإنتهاء من جميع الأعمال (بحيث يمكن لرب العمل استخدام المنشأ) يخطر المقاول رب العمل كتابة بتاريخ تسليم الأعمال إبتدائياً وذلك فى مدة 7 أيام قبل تاريخ التسليم .
- تشكل لجنة من رب العمل والمهندس والمقاول لفحص جميع الأعمال من على الطبيعه والتحقق من مستندات ضبط الجوده والتفتيش .
- يقوم المهندس بتقديم تقرير مكتوب يسلم للمقاول فيه جميع ملاحظاته عن الأعمال ويتم إعتماده من جميع الأطراف ويعطى المقاول مهله متفق عليها من جميع الأطراف لإنهاء الأعمال
- اذا تبين وجود نواقص لاتمنع الإستفاده من المشروع فيجوز استلام الأعمال إبتدائياً مع تعلية 50% من قيمة الأعمال التي بها ملاحظات على الأقل كأمانه حتى ينهى المقاول تلك الأعمال فى خلال فتره محدده ، ويحق لرب العمل إجراء تلك الأعمال بمقاول آخر وخصم تلك الأعمال من مستحقاته وذلك فى حالة تقاعس المقاول .
- ويجوز عمل شهادة تسليم إبتدائى جزئى لبعض الأجزاء التى لايتأثر إستخدامها بالأعمال الأخرى مثل المبنى الإدارى مثلاً والتى حققت كل المتطلبات والمواصفات والإختبارات .

14 - 1 - 13 - 3 إخلاء الموقع بعد إتمام الأعمال :

- يجب على المقاول إخلاء الموقع من أى شيئ من مخلفات أو مواد أو معدات ويقوم بتنظيفه وغسل الأرضيات .

14 - 1 - 13 - 4 فترة الضمان ومسئولية المقاول خلالها :

- وهى فترة يستخدم فيها المنشأ لتظهر العيوب الناشئه عن الإستخدام وتحسب كسنه من لحظة إقرار شهادة التسليم الإبتدائى .
- على المقاول اصلاح العيوب والأخطاء على نفقته . ولايدخل فيها ماينتج عن الإستخدام مثل مصابيح الكهرباء العاديه .
- يمكن لصاحب العمل فى حالة رفض المقاول اصلاح العيوب أن يجريها بمعرفته على نفقة المقاول وذلك بسبب استخدام المقاول مواد أو وحدات غير مطابقة للمواصفات أو سوء مصنعيه أو عيب فى التصنيع أو مخالفة العقد والمواصفات .

14 - 1 - 13 - 5 شهادة التسليم النهائى :

- يقوم المهندس بفحص ومعاينة المشروع للتحقق من أن المقاول قد قام بإصلاح العيوب المذكوره بالبند السابق أو يكلفه بها من خلال محضر .

- إذا أوفى المقاول بجميع إلتزاماته طبقاً لشروط التعاقد فيتم عمل شهادة تسليم نهائى للمنشأ معتمده من جميع الأطراف ويعتبر أن المقاول قد وفى بالتعاقد .

14 - 1 - 14 سداد مستحقات المقاول :

14 - 1 - 14 - 1 حصر الكميات :

- على المهندس أن يحصر الأعمال المنفذه بالقياس من الطبيعه فى وجود المقاول وعلى الأ تزيد عن كميات اللوحات الوارده بالعقد إلا فى حالات خاصه مثل خوازيق الحفر البريمى التى قد تتطلب كميات خرسانه أكبر من حجمها النظرى وعلى المقاول إثبات تلك الحالات فى مكاتبات فى وجود المهندس .
- تحسب تكلفة الأنشطه من خلال الكميات وسعر الأعمال الوارده بالمقايسة التثمنية بالعقد .
- يتم الحصر فى دفاتر ثابته يحتفظ بها رب العمل موقعه من المهندس والمقاول ، وفى حالة عدم اعتراض المقاول عليها خلال 14 يوم من تاريخ إخطاره كتابياً يعتبر الحصر معتمد منه .

14 - 1 - 14 - 2 الدفعة المقدمه :

- اذا نصت الإشتراطات الخاصه فى العقد على وجود دفعة مقدمه بقيمه معينه يتم صرفها للمقاول بمجرد استلام المقاول للموقع وذلك مقابل خطاب ضمان غير قابل للإلغاء من أحد المصارف المعتمده . تخصم قيمة الدفعة المقدمه من المستخلصات الشهريه وكمثال فإن قيمة الخصم للدفعة المقدمه من المستخلص الأول

= قيمة الدفعة المقدمه الكليه × قيمة المستخلص / قيمة المشروع .

14 - 1 - 14 - 3 المستخلصات الشهريه (الجاريه) :

يقدم المقاول للمهندس مستخلص كل شهر (أو فى الفتره المذكوره فى الشروط الخاصه) عن الأعمال التى قام بها فى هذه الفتره (تشمل قيمة الأعمال التى يقوم بتنفيذها – قيمة أعمال التشوينات بالقيم المذكوره فى الشروط الخاصه) .
- وذلك بالإضافه الي أعمال أخرى قد تكون مذكوره فى الشروط الخاصه - وأى مطالبات أخرى يري المقاول أنه يستحقها .
- يراجع المهندس المستخلص خلال 20 يوم من استلامه (أو فى المده التى تكون مذكوره فى الإشتراطات الخاصه) ويقوم بإستقطاع نسبة الدفعه المقدمه أو تأمين الأعمال المذكوره بالشروط الخاصه أو تعلية مبالغ من بند من البنود الذى لم يحقق متطلبات المواصفات .
- يصرف رب العمل مستحقات المقاول خلال 10 أيام .
- يحق للمهندس عمل أية أصلاحات على مستخلص جارى قد حدث به خطأ فى مستخلص سابق .

14 - 1 - 14 - 4 المستخلص الختامى :

بعد صدور شهادة التسليم الإبتدائى بما لايزيد عن 3 شهور يقدم المقاول المستخلص الختامى شاملاً الأعمال التى تم تنفيذها حتى التسليم وأية مبالغ يرى المقاول أنها من حقه ، ويراجع المهندس المستخلص فى مالا يزيد عن 6 أيام ويعتمدها ويخطر رب العمل بعد خصم قيمة أية أعمال ناقصه أو معيبه أو أى خصوم منصوص عليها بالعقد مثل غرامات التأخير وغيرها ، ويلزم رب العمل بصرف المستحق خلال 30 يوم من رد المهندس .

14 - 1 - 14 - 5 المستخلص النهائى :

بعد صدور شهادة التسليم النهائى بما لايزيد عن 2 شهر يقدم المقاول المستخلص النهائى شاملاً كل حقوقه مدعمه بالمستندات الكافيه ويراجعها المهندس فى فتره لاتزيد عن 30 يوم ويعتمد المبالغ التى يرى أنها حق المقاول وعلى رب العمل صرف القيمه فيما لايزيد عن 30 يوم من إستلام إخطار المهندس .

- فى حالة عدم موافقة المقاول على قرارات المهندس ، يبلغ المقاول المهندس ورب العمل بذلك كتابياً ، ويحاول معهما لحل تلك الإعتراضات واعتمادها فى المستخلص بعد اعتماد اتفاقهم كتابياً . فى حالة عدم الإتفاق يتم تسوية النزاع طبقاً لما جاء بالعقد فى تسوية النزاعات 0

14 - 1 - 14 - 6 المخالصه النهائيه وانتهاء مسئولية رب العمل مالياً :

عند إعتماد المستخلص النهائى يقدم المقاول تعهد كتابى بأن جملة المبالغ الوارده فى المستخلص النهائى هى جميع مستحقاته عن العقد وليس له الحق فى المطالبة بأية أموال أخرى لأى سبب وكذلك أنه إسترد التأمين النهائى .

14 - 1 - 14 - 7 رد التأمين المحجوز :

- يرد للمقاول قيمة التأمين المحجوز على الأعمال فى الفتره المنصوص عليها فى التعاقد ، واذا لم يذكر فيرد بعد صدور شهادة التسليم الإبتدائى للأعمال وتخصم منها ما يناسب الأعمال التى عليها ملاحظات لحين الإنتهاء منها .

14 - 1 - 14 - 8 مايترتب على تأخر رب العمل عن سداد المستحقات :

- إذا تأخر رب العمل عن سداد المستحقات فى مواعيدها المنصوص عليها فى العقد ، يستحق المقاول فوائد قانونيه طبقاً للمعلن فى البنك المركزى للبنوك التجاريه وقت الإستحقاق ، ويحق للمقاول المطالبه بمد فترة التنفيذ بنفس فترة التأخير فى الصرف .

14 - 1 - 15 فسخ التعاقد وسحب الأعمال :

- ينص على حالات سحب الأعمال فى اشتراطات التعاقد .
- يجوز لرب العمل سحب الأعمال أو فسخ التعاقد أو كليهما إذا أفلس المقاول ، أو حل شركته أو تنازل عن العقد لآخر بدون موافقة من رب العمل ، أو استخدم الغش والرشوه ، أو تقاعس بدون عزر عن البدء فى الأعمال ، أو أوقف الأعمال لمدة 28 يوم على الأقل من تاريخ استلامه إخطار مكتوب بإستئناف الأعمال ، أو التقصير فى إزالة مواد مرفوضه أو أجزاء غير مطابقه للتعاقد ، أو أصراره على عدم تنفيذ التعاقد . ويقوم رب العمل بإنذار المقاول بتوقيع الفسخ وسحب الأعمال (بكتاب مسجل) إذا لم يتلاشى أسباب الفسخ خلال 14 يوم من الإنذار .

- إن تقرر الفسخ يتم إخطار المقاول بتاريخ حصر الأعمال المنفذه والخامات والأدوات والآلآت الموجوده فى الموقع بتاريخ شهر من قرار الفسخ . يقوم المالك بإخطار المقاول كتابياً بما جاء بالحصر فإذا لم يرسل المقاول ملاحظاته خلال اسبوع من إخطار الحصر يعتبر ذلك إقرار بصحة الجرد .

- يقوم رب العمل بإسناد الأعمال لمقاول آخر لإستكمالها ، ومن حقه عدم سداد أية مبالغ للمقاول القديم حتى إنقضاء فترة الضمان ، يقدر المهندس قيمة الأضرار الواقعه على المالك . ويتم خصمها من مستحقات المقاول .

- يجوز للمقاول فسخ العقد فى حالة إمتناع رب الأعمال عن سداد أى دفعة خلال 90 يوم من تاريخ اعتماد المهندس للمستخلصات ، أو وجود عوائق ناشئه من رب العمل تعوق الأعمال ويجب أن يخطر المقاول رب العمل بتلافى لأسباب السابقه خلال 28 يوم من إخطاره ، وفى حالة عدم تجاوب رب العمل يرسل له إنذار آخر ويتم الفسخ بعد 30 يوم من استلام المالك الإنذار الثانى ويتم تسوية مستحقات المقاول .

- يجوز فسخ العقد أو توقف الأعمال لفتره معينه بسبب القوه القاهره .

- عند فسخ العقد من جهة المقاول يجب على رب العمل سداد جميع مستحقات المقاول وتعويضه عن الخسائر الواقعه عليه ويسهل له إخلاء خاماته ومعداته .

14 - 1 - 16 تسوية المنازعات :

- فى حالة نشوء نزاع من أى نوع أثناء التنفيذ فى تفسير موقف من المواقف أو تسعير بند من البنود الإضافيه يحول أحد الطرفين (رب العمل والمقاول) ذلك النزاع للمهندس لكى يبت فيه أو يحدث إجتماع للثلاثة أطراف للإتفاق .

- يقوم المهندس خلال 45 يوم على الأكثر من إخطار أحد الأطراف له بإرسال كتابة مايراه لطرفى النزاع .

- على الطرف المتضرر أن يرسل إعتراضه كتابة على قرارات المهندس خلال 30 يوم من تسلمه قرار المهندس ، أو فى حالة عدم رد المهندس ، ويجب أن يخطر المقاول المهندس والمالك بعزمه اللجوء للتحكيم إذا لم يصلا الي حل يرضيه .

14 - 1 - 17 التحكيم :

- يجب أن يذكر فى الإشتراطات الخاصه عن كيفية التحكيم فى حالة عدم التوافق وكيفية إختيار أعضاء التحكيم .

14 - 1 - 18 نماذج إسترشاديه :

- يوضح نموذج رقم (1) صوره من عقد المقاوله ونموذجى (2 ، 3) يوضحان صوره لخطاب الضمان للدفعه المقدمه والنماذج من رقم 4 وحتى 7 توضح نماذج لإستلام الموقع وكذلك محضر استلام إبتدائى ومحضر استلام نهائى

نموذج (1)

بنك

القاهره في : / / 199

خطاب ضمان دفعة مقدمه رقم ( )

السيد .

رئيس مجلس إدارة شركة البتروكيماويات المصرية

نضمن بمقتضي هذا الخطاب

في حدود مبلغ 2 ملايين جنية

ويتناقص تدريجيا وتلقائيا بقيمة ما تستقطعونه من مستخلصات لسداد الدفعه المقدمه المساويه لقيمة الضمان .

بخصوص دفعة مقدمة لعملية إنشاء مصنع البولي بروبلين

ونتعهد بدفع هذا المبلغ لكم لدي أول طلب وبدون النظر الى أية معارضة من قبل ......

ويسرى مفعول خطاب الضمان حتى 27 / 10 / 2016 م

.... وعلى ذلك فإن أية مطالبة فى هذا الشأن يجب أن تقدم إلينا فى ميعاد غايته 1 / 10 / 2016 م

..........................فإذا لم تصلنا منكم أية مطالبة حتى ذلك التاريخ يبطل التزامنا من تلقاء نفسه ويصبح هذا الضمان لاغياً وضماناتنا منتهيه ، ونود الإحاطه أن الصور الفوتوغرافيه والكربونية لهذا الخطاب لايعتد بها .

وهذا الضمان لن يصبح سارى المفعول ولا يترتب عليه أى التزام فى ذمة البنك إلا بعد إستلامكم إخطار منا يفيد إستلامنا قيمة الدفعة المقدمة المساوية لقيمة خطاب الضمان .

وتفضلوا بقبول فائق الإحترام ..

عن البنك

رئيس الحسابات

ختم البنك

المدير

عبد الحميد دياب

نموذج (2 ، 3)

بنك

القاهره في : / / 199

خطاب ضمان ابتدائى ابتدائى/نهائى رقم

السادة / ....
نضمن بمقتضي هذا السادة / ....
في حدود مبلغ : ....
....
بخصوص ضمان عطاء عن ....
جلسة ....
ونتعهد بدفع المبلغ لكم لدي أول طلب منكم وبدون النظر فى أية معارضة من قبل السادة / ....
....
ويسرى مفعول خطاب الضمان حتى ....
.... وعلى ذلك فإن أية مطالبة فى هذا الشأن يجب أن تقدم إلينا فى ميعاد غايته ....
فإذا لم تصلنا منكم أية مطالبة حتى ذلك التاريخ يبطل التزامنا من تلقاء نفسه ويصبح هذا الضمان لاغياً وضماناتنا منتهيه ، ونود الإحاطه أن الصور الفوتوغرافيه والكربونية لهذا الخطاب لايعتد بها .

الرجاء إعادة خطاب الضمان إلينا - عند إنتهاء المدة - للإلغاء .

وتفضلوا بقبول فائق الإحترام ..

عن البنك
المراقب

المدير
عبد الحميد دياب

نموذج (4)

عقد بين المالك والمقاول

حرر هذا العقد فى يوم 27 / 10 / 2014
بين
(1) رئيس مجلس إدارة شركة البتروكيماويات المصرية .
ويشار إليه فيما بعد (رب العمل)

الطرف الأول

(2) شركة أودا الألمانية
ويشار إليه فيما بعد (المقاول)

الطرف الثانى

لما كان رب العمل يرغب فى تنفيذ مشروع (يذكر وصف لأعمال المشروع) ولما كان المقاول قد تقدم بعطاء ، لتنفيذ المشروع ، فوافق رب العمل على العطاء المقدم من المقاول لتنفيذ وانجاز المشروع وتسليمه ابتدائياً ونهائياً .

لذلك
فقد اتفق الطرفان على ابرام هذا العقد بالشروط التالية :
(1) يكون للكلمات والمصطلحات الواردة فى هذا العقد نفس المعنى المحدد لها فى الشروط العامة للعقد والمرفقه بهذه الوثيقة .
(2) مستندات العقد هى هذه الوثيقة والمستندات التالية المرفقة بها والتى تعتبر جزءا لا يتجزأ من العقد الذى يتكون من مجموعها وهذه المستندات المرفقه هى :
أ - شروط العقد : القسم الأول (الشروط العامة) .
ب - شروط العقد : القسم الثانى (الشروط الخاصة) .
ج - العطـاء .
د - المواصفات .
هـ - الرسومات .
و - قائمة الكميات والأسعار .
ز - صيغة خطاب الضمان للدفعة المقدمة .
ح - صيغة خطاب ضمان تنفيذ الأعمال (إن وجد) .
ط - خطاب القبول إن وجد .

نموذج (5)
عملية ....
عقد ....

محضر إستلام موقع

أنه فى يوم ....وبحضور كل من السادة
1 - ....
2 - .... عن المالك والمهندس
3 - ....
4 - ....
5 - ....عن المقاول

وقد تم معاينة الموقع الخاص بالمشروع ووجد خالياً من الموانع التى تعوق بدء العمل . وبذلك يكون اليوم هو بدء سريان مدة المشروع .

المقاول اللجنة المالك

نموذج (6)
عملية ....
عقد ....

محضر إستلام إبتدائى

أنه فى يوم ....وبحضور كل من السادة
1 - ....
2 - .... عن المالك والمهندس
3 - ....
4 - .... وبحضور مندوب المقاول
5 - ....

قد صار معاينة ....مقاولة...
وقد حددت اللجنة الملاحظات التالية :
1 - ....
2 - ....
3 - ....
4 - ....

وقررت

1 - توصى اللجنة بإستلام المشروع / بعدم استلام المشروع .
2 - توصى اللجنة بصرف / بعدم صرف مستحقات المقاول .
3 - توصى اللجنه بخصم مبلغ % من ختامى المشروع وفقاً للكشف المرفق .
4 - توصى اللجنة ببقاء التأمين النهائى حتى التسليم النهائى .

المقاول اللجنة المالك

نموذج (7)
عملية ....
عقد ....

محضر إستلام نهائى

أنه فى يوم ....وبحضور كل من السادة

1 - ....
2 - ....
3 - ....
4 - .... عن المالك
5 - وعن المقاول ....

وقد عاينت اللجنة المشروع والذى مضى على استلامه الإبتدائى سنة وترى اللجنة

القرار

1 - إستلام المشروع إستلاماً نهائياً
2 - رد خطاب الضمان النهائى المقدم من المقاول
3 - صرف أى متأخرات فى حساب المقاول

المقاول　　　　اللجنة　　　　المالك

14 - 2 فكره عن عقود الإتحاد الدولى للمهندسين الإستشارين :

14 - 2 - 1 تعريف الفيديك :

كلمة فيديك (FIDIC) هى تجميع للأحرف الأولى للتسميه الفرنسيه .
Federation Interational des Igenieurs Conseils .

وتعنى هذه العباره الفرنسيه الإتحاد الدولى لمهندسين الإستشاريين .
وهذه المنظمه تأسست عام 1913 بمساهمة 3 دول (فرنسا وبلجيكا وسويسرا) ، لتطوير مهنة المهندسين الإستشاريين ، وبعد الحرب العالمية الثانيه تطور الفيديك وانضمت له العديد من دول العالم ومنهم مصر، ومقرها الدائم فى لوزان بسويسرا . وهيكله التنظيمى يتكون من رئيس الفيديك واللجنه التنفيذيه (والتى تتكون من نائب الرئيس وأعضاء اللجنه وأمين الصندوق وينبعث منها اللجان التخصصيه للفيدك وتشمل لجنة العقود ولجنة ادارة المخاطر ولجنة العلاقات بينت رب العمل والإستشارى ولجنة التحكيم وحل المنازعات ولجنة البيئه ولجنة ادارة الجوده) والسكرتاريه

14 - 2 - 2 أنشطة الفيديك :

أهم الأنشطه التى يقوم بها الفيديك هى اعداد الشروط النمطيه لعقود التشييد ، واجراءات تأهيل المقاولين ، وتطور مجال الإستشاريين ، وتحقيق تطور فى مجال اللجان التخصصيه المذكوره سابقاً .

حتى الآن أصدر الفيديك عدة نماذج منها :
- الكتاب الأحمر ويشمل العقد النمطى بين رب العمل والمقاول وهو خاص بتنفيذ مقاولات الهندسه المدنيه .
- الكتاب الأصفر ويشمل عقد مقاولات الأعمال الميكانيكيه والكهربائيه .
- الكتاب البرتقالى ويشمل عقود التصميم والتشييد أو عقود تسليم المفتاح .
- الكتاب الأبيض ويشمل مجموعة شروط العقد بين رب العمل والمهندس الإستشارى .
- شروط عقد الأعمال الصغيره .

14 - 2 - 3 إجراءات الفيديك للتأهيل المسبق للمقاولين اللذين سيتقدموا للعطاءات

أوصى الفيديك فى حالة العطاءات الدوليه ، على أن يتم تأهيل مسبق للمقاولين اللذين سيتقدموا للعطاءات ، حيث يتم طرح المشروع بمواصفاته المختلفه على جميع المقاولين اللذين يرغبون فى تنفيذه ويقدم المقاولين مستندات خبراتهم كامله .
وتقوم لجنه متخصصه من المالك والمهندس الإستشارى بفحص المستندات المقدمه ، واختيار مجموعة مقاولين مناسبين لكى يقوموا بتقديم العطاءات الكامله فى مرحله لاحقه ، وهذا الأمر يقلل عدد المقاولين وهذا يكون فى صالحهم .
وشكل رقم (14 - 1) يحتوى على ملخص للإجراءات السابقة .

14 - 2 - 4 شروط عقد مقاولات أعمال الهندسه المدنيه (الكتاب الأحمر) .

صدرت الطبعه الأولى عام 1957 والثانيه 1969 والثالثه 1973 والرابعه صدرت عام 1987 وتم حدوث تعديلات عده بها بعد ذلك .
والكتاب الأحمر يمثل العقد النمطى الذى أصدره الفيديك ويتضمن مجلدين الأول يحتوى على الشروط العامه لتنفيذ أعمال الهندسه المدنيه والثانى يحتوى على الشروط الخاصه .

14 - 2 - 4 - 1 المجلد الأول للشروط العامه :

ويتضمن الشروط العامه لأعمال الهندسه المدنيه . البند الأول من هذا الباب (بند 14-1) يمثل اختصار لهذه الشروط وليست هى تفصيلاً . ويتضمن المجلد 72 بند . ويشمل البند الأول التعاريف الخاصه بالعقد ، ويحدد البند الثانى التزامات المهندس المتعاقد مع رب العمل وصلاحيته والذى له صلاحيات كبيره ، ويحظر البندين 3 ، 4 على المقاول أن يتنازل لأخرين عن العقد دون موافقة رب العمل ، والبند رقم 5 يشمل مستندات العقد ، والبندين 6 ، 7 يحتويان على مايخص الرسومات ووجوب احتفاظ المقاول بنسخه منها ، والبنود من البند 8 وحتى البند 33 تحتوى على الإلتزامات الخاصه برب العمل والمقاول ، وجدول رقم (14 - 1) يحتوى على تلخيص لها .
والبنود من 34 وحتى البند 37 تتضمن بنود العماله والمواد والوحدات المستخدمه ومعدات التشييد والإختبارات الخاصه بمواد وعناصر المنشأ والبند 38 يشمل أعمال التفتيش التى يجب أن يقوم بها المهندس وتعاون المقاول معه .

والبند 39 يحدد التزام المقاول بإصلاح الأعمال الغير مطابقه للعقد وكيفية معالجة الخلل الذى يقوم به المقاول .
والبند 40 يتناول إيقاف المقاول عن العمل بناء على تعليمات المهندس وتحديد مستحقات المالك فى تلك الحاله .
والبند 41 يحدد مواعيد بدء الأعمال واشتراط عدم تأخر المقاول عن بدء التنفيذ .
والبند 42 يلزم رب العمل بتمكين المقاول من حيازة موقع العمل .
والبنود من 43 وحتى 46 تحتوى على وقت انتهاء الأعمال وكيفية التصرف فى مواجهة القيود الخاصه بساعات العمل .
والبند 47 يتناول الإتفاق على التعويض وحالات استلام المالك لقسم من الأعمال .
والبند 48 يتناول شهادات تسليم الأعمال واجراءاتها .
والبند 49 يحتوى على المسئوليه عن العيوب واجراءات اصلاحها .

والبند 50 يلزم المقاول بالبحث عن أسباب ومصدر العيوب .
والبند من 51 و52 يعطيان المهندس الحق فى عمل التغييرات والتعديلات التى يراها ضروريه لتنفيذ العقد وسلطته فى تحديد أسعار التعديلات .
والبند 53 يمثل طريقة تقديم المقاول المطالبات الى المهندس وشكل (14 - 2) يحتوى على نموذج لطريقة المطالبات .
والبند 54 يختص بمعدات المقاول وموقفها من الجمارك (تخليص) ثم إعادة تصديرها عند إنتهاء المشروع .
والبنود من 55 وحتى 57 توضح طرق القياس .

البند 58 يحتوى على طرق محاسبة المقاول أما البند 59 فيختص بمقاولى الباطن فى الأعمال الثانويه .
والبند 60 به طرق اصدار كشوف الحساب التى يقوم بها المهندس للمقاول .

الجدول رقم (14 - 1)
التزامات طرفى العقد بموجب شروط الكتاب الأحمر

التزامات رب العمل	التزامات المقاول
- الالتزام بدفع أجر المقاول بموجب الشهادات التى يصدرها المهندس . - السماح للمقاول بمعاينة الموقع وتزويده بكامل المستندات والمعلومات والتصميمات المتوفره لديه . - المسئولية عن عماله عند قيامهم بأعمال خاصة به فى الموقع . - العناية بالأعمال التى يتسلمها بموجب اصدار المهندس شهادة التسليم . - تحمل المخاطر الإستثنائية (غير المتوقعة) . - سداد تكلفة الإختبارات الإضافية غير المنصوص عليها فى العقد .	- تصميم وتنفيذ الأعمال وإصلاح العيوب وفق بنود العقد وتنفيذ توصيات المهندس الفنية . - الموافقة على اتفاقية العقد وتوقيعها . - الإلتزام بضمان التنفيذ واستمراريته وصلاحيته - معاينة الموقع قبل البدء بالتنفيذ . - الإلتزام بتقديم البرنامج الزمنى للتنفيذ وتعديله عند حدوث أى تأخير وفقاً لما يراه المهندس . - التقدم بتقدير للتدفقات النقدية . - توفير الإشراف اللازم على أعمال التنفيذ وتقديم التقارير الدورية . - مراعاة احتياطات السلامة والأمان . - التأمين على الأشخاص والأعمال والغير . - الإمتثال للتشريعات والقوانين السارية . - تسليم الأشياء الثمينة التى يجدها فى الموقع . - حماية رب العمل من خرق أى حقوق أو براءات الإختراع . - دفع الإتاوات والرسوم والضرائب . - عدم الإضرار بالطرق والممتلكات المجاورة للموقع . - إتاحة الفرصة للمقاولين الآخرين ولعمال رب العمل للقيام بأعمالهم فى الموقع وتقديم التسهيلات الممكنه لهم . - الإحتفاظ بموقع العمل خالياً من العوائق . - إخلاء الموقع عند اتمام التنفيذ . - تكلفة الإختبارات المنصوص عليها فى العقد - الإلتزام بالبحث والتفتيش عن العيوب .

والبندان 61 و 62 ينصان على وجوب سداد مستحقات المقاول بعد علاج العيوب .
والبند 63 يحتوى على انهاء العقد من قبل رب العمل فى حالة اعلان اعسار المقاول وعدم التزامه بالعقد .
البند 65 يحدد المخاطر الغير متوقعه التى يتحملها رب العمل .
والبند 66 يتناول الإعفاء من الأعمال فى حالات خارجه عن ارادة كل من رب العمل والمقاول .
والبند 67 يوضح طريقة حل النزاعات أنظر شكل (14 - 3) ويمكن تعديل تلك الفترات الزمنيه لتناسب كل دوله أو مشروع على أن يذكر ذلك فى الشروط الخاصة ، أنظر بند 14 - 1 -16 فى الشروط العامه من هذا الباب .
والبند 68 يختص بتوجيه المراسلات على العناوين التى بالعقد .
والبند 69 يحتوى على حالات انهاء العقد من قبل المقاول فى حالة اعسار رب العمل عن دفع المستحقات أو غيره وكيفية العوده مرة أخرى .
والبند 70 يوضح كيفية حساب تكاليف المقاول عن التعديلات .
والبندان 71 و 72 توضح كيفية تحديد سعر الصرف فى حالة اختلاف نوع العمله .

14 - 2 - 4 - 2 المجلد الثانى :

ويتميز عقد الفيديك بهذا المجلد والذى يحتوى على الشروط الخاصه للمشروع والذى أعطاه الفيديك لكل رب عمل ليضع شروطه الخاصه التى تكون ملزمه للمقاول ، مثل فترة المستخلص التى قد تكون أقل من شهر فى حالة أعمال الترميم مثلاً أو فترة ضمان اعمال الترميم وقد يلجأ لها فى الأحوال التاليه :
- وضع معلومات اضافيه عن نوع العمله ولغة العقد وبرامج التنفيذ وأسماء أطراف التعاقد .
- طبيعة الأعمال التى تحتاج لشروط خاصه .
- إذا كان قانون الدوله يقتضى وجود شروط خاصه .

ويجب الإشاره فى المجلد الأول لوجود شروط خاصه .

14 - 2 - 5 العقود الأخرى :

حيث أن هذا الكتاب متخصص فى الأعمال المدنيه فلن نتعرض لباقى العقود الميكانيكيه والكهربائيه .

14 - 2 - 6 نماذج تنفيذ المشروعات :

قسم الفيديك المشروعات طبقاً لما هو مطلوب من المقاول الى عدة نماذج هى :
1 - انشاء فقط حيث يقوم المقاول بالتنفيذ .
2- تصميم ابتدائى ثم انشاء حيث يقوم المقاول بعمل تصميم ابتدائى يستكمله رب العمل عن طريق المهندس ثم يقوم المقاول بالتنفيذ .
3 - تصميم وتنفيذ حيث يقوم المقاول بالتصميم والتنفيذ .
4 - تصميم وتنفيذ وتشغيل والنقل الى المالك كوحده واحده حيث يقوم المقاول (شركة متخصصة بالتصميم والبناء ثم يشغل المشروع لمده معينة ثم يعيده لرب العمل .
5 - تصميم وتنفيذ وتشغيل ونقل ولكن التكلفه تحسب لكل وحده منتجه والجدول رقم (14 - 2) يحتوى على تلخيص لواجبات أطراف التعاقد .

جدول رقم (14 - 2) نماذج تنفيذ المشروعات .

نموذج التنفيذ والعقد	أسس العطاء (المناقصه)	مرحلة العطاء دور رب العمل والمهندس	دور المقاول فى مرحلة العطاء	دور رب العمل والمهندس فى مرحلة تقييم العطاء	معيار الإختيار وتوقيع العقد
بناء فقط Build	تصميم كامل بمعرفة رب العمل	رب العمل يعد مستندات العطاء كامله	يقدم سعره لإنهاء الأعمال بناء على العقد	تقييم العطاءات بناء على المعايير المحدده بمستندات العطاء	أقل سعر من العطاءات المؤهله فنياً
بناء وتصميم ابتدائى	كالسابق ولكن بتصميم ابتدائى يستكمله رب العمل	كما سبق على اساس التصميم الإبتدائى	يقدم سعره بناء على التصميم الإبتدائى	كا السابق	كا السابق
تصميم وبناء	تحقيق احتياجات رب العمل ومتطلبات الآداء	كما سبق	يقدم سعره بناء على التصميم الإبتدائى	كا السابق	العرض الأفضل فنياً ومالياً واقتصادياً
DBOT Design / Build/ Operate and Transfer	مخطط هيكلى للمشروع ومتطلبات الآداء	كما سبق	يقدم تصميم ابتدائى وسعره لإنهاء الأعمال والتشغيل والصيانه والتحويل (حق الإمتياز)	كا السابق	كا السابق
DBOT Design / Build/ Operate and Transfer	مخطط هيكلى للمشروع ومتطلبات الآداء	كما سبق ولكن لكل وحده منتجه	يقدم تصميم هيكلى ويقدم السعر لكل وحده منتجه	كا السابق	كا السابق لأقل سعر وحده انتاجيه

14 - 2 - 7 إجراءات الفيديك لإعداد العطاءات وطرحها والحصول عليها .

شكل (14 - 4) يحتوى على تلك الإجراءات والتى يتم اجمالها فى اعداد مستندات العطاء وتحويلها لمستند (كراسة الشروط والمواصفات) ، وترتيب زيارة للمقاولين للموقع ، والرد على استفسار المتناقصين ، وبعد ذلك يتم عمل ملاحق لمستندات العطاءات بها الرد على استفسار المقاولين ، والخطوه الأخيره هى أن يقدم كل مقاول عطاءه فى نفس الموعد .

14 -2- 8 إجراءات الفيديك لفتح العطاءات (فتح المظاريف والترسيه) :

شكل (14 - 5) تحتوى على تلك الإجراءات والتى يتم اجمالها فى اجراءات فتح العطاءات فى جلسه عامه أو محدوده أمام الجميع ثم يقوم رب العمل والمهندس بمراجعة العطاءات وتحديد العطاءات التى بها انحرافات عن شروط التعاقد ثم يتم تقييم العطاءات واستبعاد العطاءات التى بها انحرافات ثم يتم ترسية العقد واصدار خطاب القبول واعداد العقد واخطار المقاولين الغير مقبولين

14 - 3 اجراءات التعاقد :

14 - 3 - 1 عام :

سنتناول فيما يلى خبرة المؤلف فى اجراءات التعاقد ويجب على المهندس العلم بأن هذا الجزء مجهز لإعطاءه فكره تساعده فى فهم تلك الإجراءات ، ولكن على المتخصصين الإطلاع على مراجع أكثر تفصيلاً ، ويجب على المهندس العلم بأن العقد يتكون من عدة مرفقات سبق ذكرها فى البند الثالث من الجزء الأول من الباب .

14 - 3 - 2 التعاقد مع المهندس واعداد كراسة الشروط والمواصفات 0

يقوم رب العمل بالتعاقد مع المهندس (المكتب الإستشارى)المتخصص ، وقد يتم ذلك بعمل مناقصه بين المكاتب الإستشاريه .
يقوم المهندس بتصميم المشروع أو قد يراجع التصميم التى قد يتقدم به المقاول . يقوم المهندس بكتابة الإشتراطات العامه المذكوه فى عقد الفيديك والملخصه فى الجزء الأول من هذا الباب ثم يكتب الإشتراطات الخاصه الملائمه للمشروع والمالك بما يحقق أهدافه ، ثم يكتب المواصفات القياسيه التى ستكون حكماً لإستلام المواد ووحدات البناء مثل المواصفات القياسيه المصريه و ASTM أو الأيزو ISO أو P.S أو المواصفات الألمانية DIN ، ويشير للكود الذى تم التصميم بناء على قوانينه ومعادلاته وسوف يتم التنفيذ من خلال شروطه وتوصياته ، ثم يقوم بتجهيز الرسومات والتفاصيل الإنشائيه والمعماريه والكهربائيه والميكانيكيه ، ويقوم هو أو المالك بإستخراج التراخيص اللازمه ، وقد يشترط أن يقوم المالك بإستخراجها ثم يقوم بوضع قائمه الكميات المسعره حيث يذكر فيها بنود الأعمال وكمياتها ومواصفاتها . ثم يقوم بتجميع كل مكونات العقد المذكوره فى بند (14-1-3) فى الجزء الأول من هذا الباب ويضعها فى كراسه تسمى كراسة الشروط والمواصفات ويسلمها للمالك .

14 - 3 - 3 قائمة الكميات المسعره (المقايسه التثمينيه) :

هذا البند يدخل فى اطار البند السابق . يقوم المهندس بتحديد البنود المختلفه للمشروع ، ويقوم بحصر كميات كل بند ويتم ترتيب البنود طبقاً لطبيعة كل مجموعه منها مثل الترتيب التالى :
أعمال الجسات ، أعمل تجفيف الموقع ، أعمال سند جوانب الحفر ، أعمال الخرسانه العاديه ، أعمال الخرسانه المسلحه ، أعمال المبانى (الطوب و البلوكات ، والحوائط الجبسيه) ، أعمال العزل المائى والحرارى ، أعمال البياض ، أعمال النجاره ، أعمال الحداده ، الألوميتال ، أعمال الإمداد بالمياه ، أعمال الصرف الصحى ، أعمال البلاط والسيراميك ، أعمال الدهانات ، أعمال الكهرباء والتكييف والميكانيكا و..........إلخ .
توجد طريقتين لكتابة البنود هما :

14 - 3 - 3 - 1 الطريقه الأولى :

تعتمد على وصف النشاط لتحديد مواصفات بنود الأعمال والموضح مثال لها فى جدول (14 - 3) مع التأكيد بإتباع أصول الصناعه وتعليمات المهندس .

جدول (14 - 3) مثال لتوصيف بنود الأعمال طبقاً للطريقه الأولى .

رقم البند	التوصيف	الكميه	السعر بالجنيه	الإجمالى
20	أعمال الخرسانه المسلحه			
20- 1	بالمتر المكعب توريد وخلط وصب ودمك خرسانه مسلحه لزوم سقف الأرضى طبقاً للوحات التصميميه وبالتسليح الموضح باللوحات ويتكون م^3 الخرسانه من 0,80م^3 زلط سويسى خالى من الطين والطمى والأملاح و0,40 م^3 رمل خشن خالى من الطين والطمى والأملاح و400 كجم /م^3 أسمنت بورتلاندى عادى ومحتوى ماء مناسب لتحقيق مقاومه مميزه قدرها 350 كجم/سم^2 بعد 28 يوم والسعر يشمل تجهيز الشدات واستخدام الهزاز ومعالجة الخرسانه طبقاً لأصول الصناعه كامل مما جميعه بالمتر المكعب	280 م^3	1000/ م^3	280,000
24	أعمال المبانى			
24 - 1	بالمتر المكعب توريد وبناء حوائط من الطوب الطفلى والسعر يشمل التوريد والبناء والمعالجه طبقاً لأصول الصناعه والطوب المستخدم بأبعاد 6 × 12 × 20 سم والمونه المستخدمه تتكون من 1م^3 رمل مسرود و300 كجم / م^3 أسمنت وماء مناسب والطوب والمواد تكون موافقه للمواصفات القياسيه المصريه والتنفيذ يكون طبقاً لأصول الصناعه واتباع تعليمات المهندس كامل مما جميعه بالمتر المكعب	120م^3	200/ م^3	24,000

14 - 3 - 3 - 2 طريقة الوصف طبقاً للمواصفات القياسيه والكودات :

تعتمد هذه الطريقه على وصف البنود طبقاً للمواصفات القياسيه والكودات وهذا يتطلب أن يقوم المقاول بمراجعة المواصفات ووضع أسعاره لتغطى جميع الإختبارات الوارده فى هذه المواصفات والمواصفات المساعده لها والمذكوره بالمواصفه المذكوره . يكون التنفيذ موافق لإشتراطات الكود المتبع من جهة التصميم أو التنفيذ أو ضبط الجوده وجدول رقم (14 - 4) يحتوى على مثال لهذه الطريقه .

جدول (14 - 4) مثال لتوصيف بنود الأعمال طبقاً للطريقه الثانيه .

رقم البند	التوصيف	الكميه	السعر بالجنيه	الإجمالى
20	أعمال الخرسانه المسلحه			
1-20	بالمتر المكعب توريد وخلط وصب ودمك خرسانه مسلحه لزوم سقف الأرضى طبقاً للرسومات وبكمية صلب التسليح الوارده بها ويجب تصميم خلطه خرسانيه تحقق مقاومه مميزه قدرها 350 كجم/ سم^2 وهبوط قدره 16 سم ولايقل محتوى الأسمنت CEM I 42.5 N الموافق للمواصفات المصريه (4756) عن 400 كجم/ م^3 ويتكون من زلط مقاسه الإعتبارى الأكبر 12مم موافق للمواصفه ASTM C 33 وملحقاتها ورمل معاير نعومته لايقل عن 2,4 موافق لنفس المواصفه واضافه كيميائيه توافق A STM C 494 من النوع G وماء موافق للمواصفه والسعر يشمل التوريد والصناعه طبقاً للمواصفات القياسيه والكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانيه (كود رقم 203) واجراء اختبارات ضبط الجوده واتباع تعليمات المهندس كامل مما جميعه بالمتر المكعب	280 م^3	1100/ م^3	308,000
24	أعمال المبانى			
1-24	بالمتر المكعب توريد وبناء حوائط من الطوب الطفلى والسعر يشمل التوريد والبناء والمعالجه طبقاً لكود المبانى (كود رقم 204) وأصول الصناعه والطوب المستخدم طوب طفلى بأبعاد 6 × 12×20 سم غير حامل موافق للمواصفه القياسيه رقم (6571) والمونه المستخدمه من النوع الموافقه للكود (مونه رقم 2) والمواصفه المذكوره والسعر يشمل التوريد والبناء والإختبارات والمعالجه كامل مما جميعه بالمتر المكعب	120م^3	210/ م^3	25,200

14 - 3 - 4 طرح كراسة الشروط والمواصفات (طرح العطاء).

يقوم المالك أو الإستشارى بناء على الإتفاق بينهم بطبع كراسة الشروط والمواصفات للعمليه بالعدد الكافى ويتم الإعلات عنها فى الصحف أو ارسال اخطارات للمقاولين المتخصصين واللذين قد يكونوا مسجلين أسمائهم لدى المالك ، ويتم تحديد ميعاد بيع تلك الكراسه وتاريخ انتهاء البيع ويحديد أخر ميعاد لتسليم العطاءات لرب العمل .

14 - 3 - 5 تقدم المقاولون للعطاء :

يقوم المقاول بشراء الكراسه ومعها الرسومات الخاصه بالمشروع ويقوم بمراجعة الإشتراطات ويراجع اللوحات ويزور الموقع ويقوم بتحليل أسعار كل بند ويقوم بإعداد مظروفين هما :

14 - 3 - 5 - 1 العرض الفنى :

وهو مظروف مغلق يذكر فيه سابقة أعمال المقاول وخبرته ودولاب العمل الفنى والإدارى ومعدات الشركه وسابقة أعمالها من الأعمال الشبيهه للمشروع المطروح والوضع المالى لأخر عدة سنوات معتمد من المحاسب القانونى للشركه ، ويضع كذلك فى هذا العرض اشتراطاته الفنيه المتوافقه مع العرض المطروح وأية ملاحظات يود اضافتها .

14 - 3 - 5 - 2 العرض المالى :

يوضع فى مظروف مغلق ويحتوى على العرض المالى حيث يقوم بكتابة تكلفة كل بند من البنود الوارده فى المقايسه ومجموع العرض المالى لكل البنود ويقوم كذلك بتقديم عرض مالى للبنود الإختياريه فى حالة وجودها .

14 - 3 - 6 جلسة فض المظاريف :

يحدد المالك موعد فض المظاريف التى يمكن تسليمها فى ميعاد سابق ، ويجب أن يكون ذلك بمكاتبات رسميه وقد تكون مذكوره فى كراسة الشروط .

يقوم المقاول بسداد التأمين الإبتدائى قبل فض المظاريف . الموعد يجب أن يحدد بالساعه واليوم والتاريخ وكمثال سيكون فض المظاريف فى يوم الإثنين 27 / 10 / 2014 فى مكتب المهندسين بمصنع أبو قير للأسمده .

- يتم فتح المظاريف الفنيه ثم الماليه فى وجود كل المتقدمين ، ويتم حصرهم وكتابتهم فى محضر يوقع عليه اعضاء لجنة فض المظاريف التى تشكل بمعرفة رب العمل .

14 - 3 - 7 لجنة البت :

يقوم رب العمل بالإشتراك مع المهندس فى تشكيل لجنة البت من عدة أعضاء من ذوى الإختصاصات المختلفه الهندسيه والماليه والحقوقيه .

تقوم لجنة البت بفحص المظروف الفنى والإطلاع على الإشتراطات الفنيه ، والتأكد من عدم مخالفتها لبنود التعاقد ، ومراجعة كل الملفات ويجب استبعاد أى مقاول ليس عنده خبره أو وضعه

المالى سيئ ، أو وضع اشتراطات مخالفه للتعاقد ، ويتم النظر فى المظروف المالى ومقارنة العطاءات المتقاربه والمقارنه بينها .
وقد يكون معيار أقل سعر هو الأهم للمالك ، قد يكون طمأنينة المالك لإسناد المشروع لمقاول معين يتمتع بالكفاءه فى ذلك النوع من المشاريع وتمتعه بوضع مالى جيد وعرضه قريب من الأقل سعر هو الأساس ، ويمكن لرب العمل مفاوضته فى السعر . ويجب الإلتزام بقانون المناقصات الصادر من الدوله .

14 - 3 - 8 اخطار المقاول :

بعد اختيار لجنة البت المقاول الذى سيقوم بتنفيذ المشروع يقوم رب العمل بإخطار المقاول للحضور لتوقيع العقد ويجب على لجنة البت اخطار باقى المقاولين .

14 - 4 تحليل الأسعار :

14 - 4 - 1 مقدمه :

- تختلف طريقة تحليل الأسعار من مقاول عام الى مقاول من الباطن Sub contractor الى مالك وعناصر التكلفه تتكون من تكلفة الخامات مسلمه فى الموقع (مثل الزلط ، الرمل ، الأسمنت ....) وتكلفة نقل الماده الى منسوب التنفيذ (مثل رفع الطوب والسيراميك الى الطابق الذى يتم التنفيذ فيه) وتكلفة صناعة البند (مثل خلط ونقل وصب ودمك ومعالجة الخرسانه والتسليح والشدات) أو تكلفة لصق البلاط والضرائب والتأمينات والمصاريف المضافه (Over head) مثل مرتبات المهندسين والموظفين ونسبة ربح يضعها المقاول والربح يختلف من مقاول الى آخر وفى وقت الأزمات قد يكتفى المقاول بربح صفر ويعتبر مكسبه هو سداد راتب العاملين لديه . وما سنتناوله فى هذا الفصل فكرة مبسطه جداً عن حساب التكلفة ويجب الرجوع الى مراجع متخصصة فى هذا المجال .

14 - 4 - 2 الطريقه الأولى : طريقة المصنعيه :

يقوم المقاول الرئيسى بتوريد الخامات الى الموقع عند طريق سياراته أو موردين معتمدين ثم يقوم بإعطاء المقاولين من الباطن تنفيذ البنود المختلفه نظير ربح معين :

مثال - تجهيز وصب الخرسانه (الأسعار المستخدمه بتكلفة سنة 2012 م):

1 - سعر الخامات :

تتكون الخلطه الخرسانيه من :
0.82 م^3 زلط + 0,38 م^3 رمل + 350 كجم أسمنت + ماء و 100 كجم تسليح و 3 لتر ماده ملدنه .
- سعر م3 زلط 80 جنيه .
- سعر م3 رمل 40 جنيه .
- سعر طن أسمنت 450 جنيه .
- سعر طن تسليح 4000 جنيه .
- سعر لتر الماده 4 جنيه .

- سعر الرمل (هالك 6 - 8 %) = 16,11 جنيه
= 40 × 0,38 × 1,06 = 16,11 جنيه .

- سعر الزلط (هالك 2 - 5 %) .
= 80 × 0,82 × 1,02 = 67 جنيه .

- سعر الأسمنت (هالك 0,5 - 1,00 %) .
= 400 × 0,35 × 1,005 = 140,7 جنيه .

- سعر التسليح (هالك 0,5 %) .
= 4000 × 0,100 × 1,005 = 402 جنيه .

- سعر الماده = 3 × 4 = 12 جنيه .

- سعر الخامات = 638 جنيه .

2 - سعر المصنعيات للمتر المكعب الخرسانه :

- يقوم المقاول بطرح المصنعيه على مقاولى الباطن وتشمل توريد وتنفيذ الشدات الخشبيه وتقطيع وتجهيز صلب التسليح ورفعه لمكان الصب ورص التسليح وتربيطه وخلط الخرسانه (بخلاطاتهم) وصب ورفع الخرسانه للمنسوب المطلوب وصب الخرسانه ودمكها ومعالجتها وفك الشدات . يحصل المقاول على عدة عروض يختار أقلها ويجب أن يكون مقاول الباطن مسئول عن تأمينات عمالته والضرائب .
- بفرض أن أقل سعر للمصنعية = 170 جنيه لكل متر مكعب . يلاحظ أن المصنعيه تعتمد على حجم الخرسانه المطلوبه فى المنشأ وكذلك على نوع السقف من الجهه الإنشائيه وعلى نوع الأساسات وكذلك على الإرتفاعات التى تؤثر على رفع الخامات فى الطوابق المختلفه ولذلك قد يتم زيادة كل دور بحوالى 10 - 20 %.
- يلاحظ أن المصنعيه تتراوح بين 25 - 35 % تقريباً من تكلفة الخامات .
- يحسب المهندس المصاريف المضافة والتى تشمل مرتبات المهندسين والملاحظين والسيارات والمحاسبين وغيرها من المصاريف التى تحمل على العملية وتختلف اختلاف كبير من مقاول لآخر وتتراوح تلك القيمه للمقاولين والقطاع الخاص بين 0,8% ، 2% وقد تزيد عن ذلك طبقاً لمستوى المقاول ومستوى المشروع وفى هذا المثال سوف يؤخذ 0,8 % .
- الربح 15 % .
- السعر الإجمالى =(638 + 170) × 1,15 × 1,008 = 937 جنيه .
- فى حالة عدم سداد المقاول من الباطن التأمينات فيوضع التأمينات والضرائب فى حدود 2 % فيكون السعر = 937 × 1,02 = 956 جنيه للمتر المكعب خرسانه .

14 - 4 - 3 الطريقة الثانية (تحليل الأسعار) :

تلك الطريقه كانت مستخدمه فى الماضى ومازال مقاولى الباطن أو المقاولين الرئيسيين اللذين يقوموا بتنفيذ جميع البنود من خلال دولاب عملهم دون الحاجه لأى مقاول من الباطن .

1 - أسعار الخامات :
يتم حساب أسعار الخامات كما سبق فى الطريقه الأولى .

2 - تحليل المصنعيه :
وتشمل المصنعيه أسعار العماله والآلات وهالك الآلات والمعدات (مثل خشب الشدات أو الشدات المعدنيه) .

مثال (1) :
مصنعية م^3 من الخرسانه المسلحه لسقف من بلاطات وكمرات وبارتفاع 2,90م المصنعيه تشمل الأخشاب الخاصه بالشده .
- يقوم المهندس بتقدير ما يستخدمه من خشب شده للسقف (راجع تصميم الشده) .

- خشب الـ Decking للمتر المربع بسمك 0,038
$= 0,038 \times 1 \times 1 = 0,038$ م^3 .

- ألواح الكمرات نفرض كمره كل 4 متر وسقوط كمره 0,50 م / م^2 وبفرض باكية خرسانية 4×4 متر .

$$\frac{4 \times 2 \times 0,50 \times 0,038}{16} \times 1,5 = 0,014$$

قوائم / م^2 = $0,075 \times 0,075 \times 2,85 = 0,016$
- وبفرض باكية 4 × 4 متر فإن :

Joists / م^2 $\quad \frac{4 \times 2 \times 0,1 \times 0,05}{16} = 0,025$

Walling / م^2 $\quad \frac{4 \times 0,20 \times 0,1}{16} = 0,005$

أربطه = $0,05 \times 0,05 = 0,0025$

الأخشاب للمتر المسطح = 0,1 م^3 / م^2 . (وتلك القيمة = مجموع القيم السابقه) .
حجم الخرسانه فى المتر المسطح $\cong$ 0,20 م^3 .
حجم الخشب للمتر المكعب خرسانه = 0,5 م^3 خشب .
حجم الخشب المطلوب للمتر المكعب = 0,50×1,03 (هالك) = 0,515 م^3 .
بفرض أن هذا الخشب سيستهلك بعد 15 مره (هذا يتوقف على المقاول ونوعية المنشأ الخرسانى)
- سعر الخشب 2250 جنيه للمتر المكعب .

سعر الخشب = $\frac{0.515}{15} \times 2250$ = 77 جنيه لكل متر مكعب خرسانه .

- السعر شامل المساعدات (مسامير وفمط وغيرها) = 77×1,05 = 80,85 جنية لكل متر مكعب خرسانة .

الخلاطه والهزاز :

- فى حالة تأجير الخلاطه والهزاز التى تصب 120 م^3 فى اليوم .
- نسأل على سعر التأجير وليكن فى الوقت الحالى 400 جنيه فيكون سعر المتر المكعب = 120/400 = 3,3 جنيه .

- فى حالة ما يحسب المقاول السعر الفعلى .
سعر شراء الخلاطه مثلاً = 20000 جنيه .
سعر شراء 2 هزاز = 10000 جنيه .
بفرض أن الصيانه خلال عمر الأجهزه تكون فى حدود 70% من الثمن .
∴ سعر الخلاطه والهزازات والصيانه = 51000 جنيه .
- بفرض استهلاك المعده بعد 7 سنوات .
- بفرض عمل الخلاطه والهزاز لمدة 70 يوم فى السنه (يجهز السقف فى خلال كل 5 - 6 أيام للصب) .
∴ حجم الخرسانه المنتج فى عمر المعده = 70 (يوم) × 7 (سنوات)× 120 (م^3 فى اليوم) = 58800 م^3

سعر الإستهلاك للمتر المكعب = $\frac{51000}{58800}$ = 0,90 جنيه .

سعر الإستهلاك للمتر المكعب + زيوت + كيروسين = 1,40 جنيه .

- ملحوظه : الفرق بين سعر التأجير والتحليل السابق هو ربح صاحب المعده .

العماله :
يجب أن يقوم المهندس بجمع أجور العماله المحترفه (عامل يقوم بالبناء أو تنفيذ البياض أو بالدهان أو نجار محترف للشدات أو أسطى حداد) والعمال المساعدين (يعجن مونة الطوب أو البياض أو يساعد النجار أو يساعد البناء ويقوم بالدراسه بناء على ذلك ومن خلال خبرتنا وجدنا أن العامل المحترف إذا تقاضى س جنيه فإن العامل المساعد يكون حوالى من 0,50 س إلى 0,60 س) .

أسعار النجاريين :
(يقوم المهندس بدراسة الإنتاجيه الفعليه فى السوق فى هذا الوقت) .
من الخبره أن ثلاثة نجاريين ومساعد يمكن أن يقوموا بتنفيذ أعمده وسقف بحجم 50 م^3 كما يلى
- يومين لتنفيذ تحطيط وشدة الأعمده وتجليدها .
- يوم واحد لحل الأعمده وتثبيت القوائم وبداية التعريق .
- ثلاثة أيام لتطبيق السقف والتقويه .
- يوم واحد لحل الخشب .
- بفرض أن أجرة الأسطى = 120 جنيه فيكون المساعد 60 جنيه .

- تكلفة النجاريين = $\frac{7 \times (60+120\times3)}{50}$ = 58,8 جنيه / م^3 .

انتاج أسطى النجار فى اليوم 2 م^3 / يوم والمساعد 1 م^3 / يوم .

- تكلفة الحدادين : للمثال السابق لإنتاج 50 م^3 خرسانه أى تقريباً 5 طن حديد تسليح .
- 2 حداد ومساعد لمدة يوم توضيب (تقطيع وتجهيز) حديد .
- 2 حداد ومساعد لمدة يوم رص تسليح الأعمده .
- 2 حداد ومساعد لمدة 2 يوم لرص تسليح البلاطات والكمرات .
- 1 حداد لمدة يوم أثناء الصب .
- أجرة الحداد = 100 جنيه / يوم .
- اجرة المساعد = 60 جنيه / يوم .

- التكلفه : $\frac{100 + 4 \times (60+100\times2)}{50}$ = 22,8 جنيه / م^3 .

الأسطى الحداد الواحد فى اليوم ينتج ~ 4,5 م^3 / يوم . والعامل نصفه .

- تكلفة الصب :
- يتم تأجير ونش لرفع الخرسانه ولتكن اليوميه 150 جنيه / يوم (ممكن شراؤه وحساب التكلفه كما ذكرنا للخلاطه) .
- 5 عمال لتشغيل الخلاطه وأسطى .
- 5 عمال وفورمجى لصب الخرسانه .
- الأسطى 100 جنيه والفورمجى 120 جنيه والعامل 60 جنيه :
- تكلفة خلط والصب = 150 + 5 × 60 + 100 + 5 × 60 + 120 = 970 جنيه .
- التكلفه للمتر المكعب = $\frac{970}{50}$ = 19,4 جنيه .

- مما سبق تكون تكلفة المتر المكعب لخرسانه تتكون من :
0,8 م^3 سن (سعر 65 جنيه / م^3) و 0,40 م^3 رمل (سعر 35 جنيه / م^3) و 350 كجم أسمنت (سعر 450 جنيه / طن) و 100 كجم حديد تسليح (سعر 4000 جنيه للطن) كما يلى :

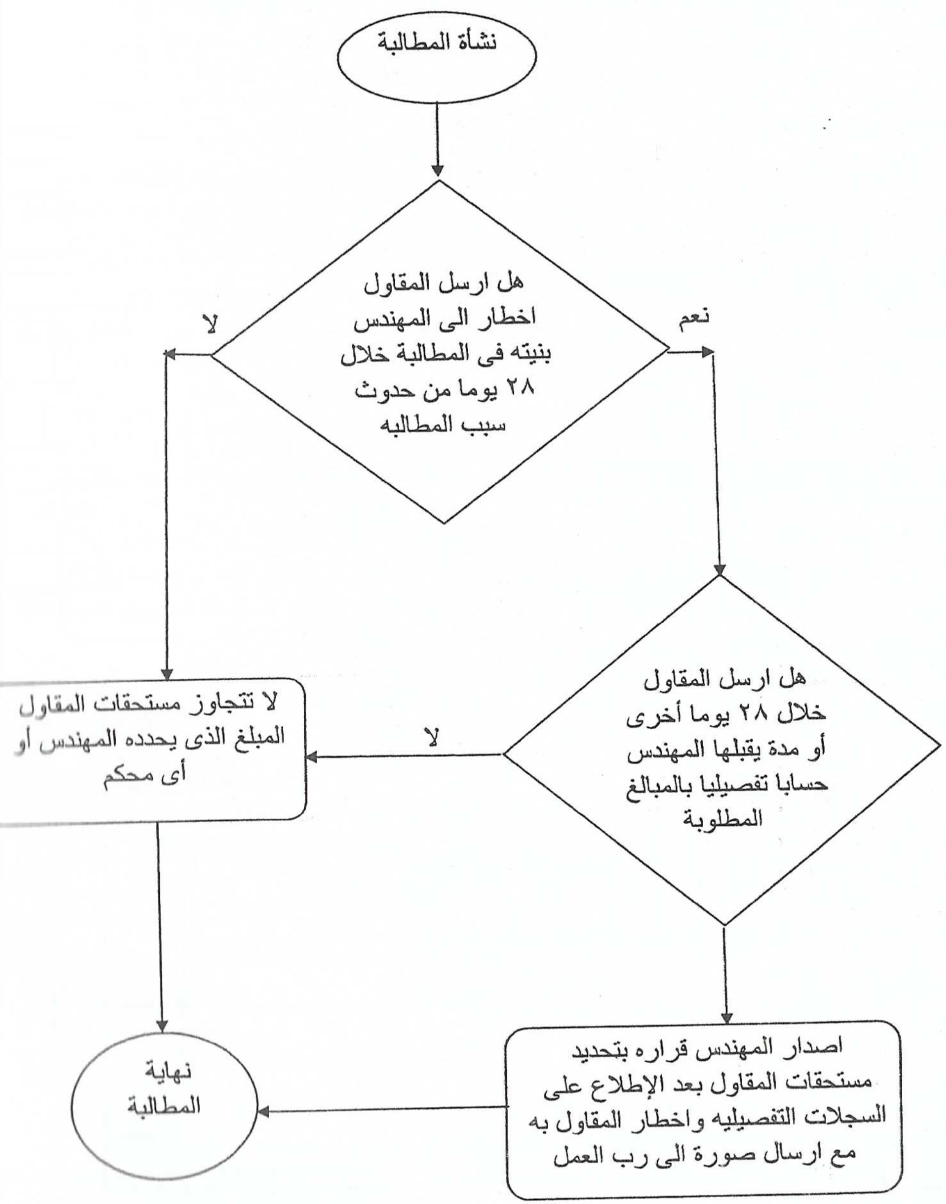
أسعار الخامات :
سن 0,8 × 65 × 1,05 (هالك) = 54,6 جنيه .
رمل 0,4 × 35 (1,15) = 16,10 جنيه .
أسمنت 0,35 × 450 = 157,50 جنيه .
حديد تسليح 0,100 × 4000 = 400 جنيه .(شامل سلك رباط) .
المجموع = 628,2 جنيه / م^3

- أسعار المصنعيه :
شدة خشب = 80,85 جنيه للمتر المكعب .
خلاطه = 1,40
نجارين = 58,8
حدادين = 22,8
خلط وصب = 19,4
المجموع = 183,25 جنيه / م^3 .

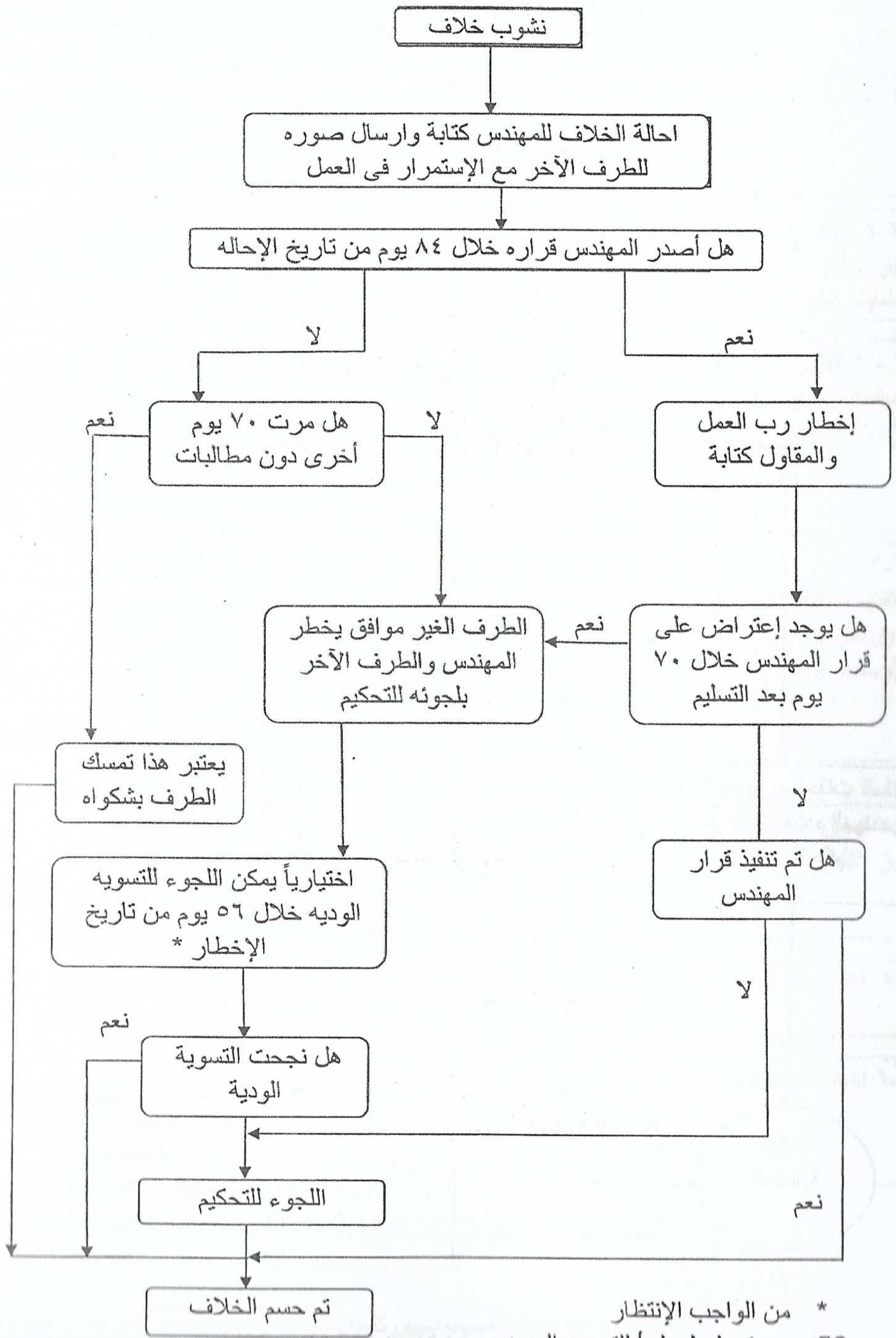
التكلفـــه للمتـــر المكعـــب شـــامل التأمينـــات والضـــرائب والمصـــاريف المضـــافه = (183.25+628,2)×1,02×1,15×1,008= 960
- يلاحظ التقارب بين الطريقتين 965 ، 960 جنية للمتر المكعب خرسانه .
- يجب أن يحمل المهندس مصاريف تجارب ضبط الجوده على الأسعار السابقه .
- يجب الإهتمام بتقدير المصاريف المضافه خاصة فى شركات قطاع الأعمال (قطاع عام) والتى تكون عاليه .



شكل رقم (١٤ـ١) اجراءات الفيديك لسبق تأهيل المتقدمين للعطاءات

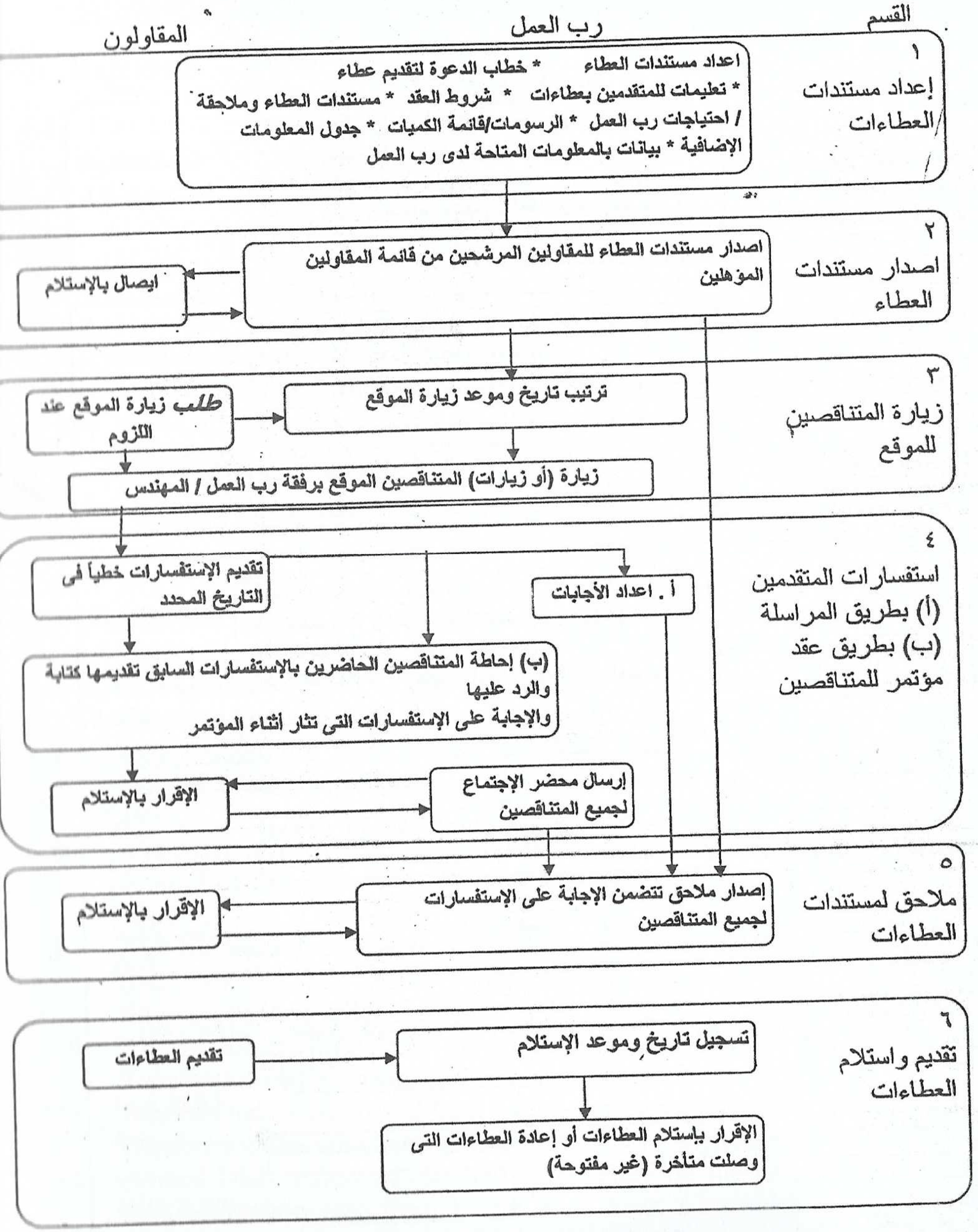


شكل رقم (١٤ـ٢) المطالبات وفق البند (٥٣)



* من الواجب الإنتظار
56 يوم حتي لو لم يلجأ للتسويه الوديه

شكل رقم (١٤-٣) حل المنازعات



شكل رقم (١٤-٤) اجراءات الفيديك للحصول على العطاءات

References

ACI Committee 211, Recommended practice for selecting proportions for normal and heavyweight concrete (ACI 211.1-77), J. Amer. Inst., 66, No. 8, pp. 612-29 (1969); 70, No. 4, pp. 253-5 (1973); 71, No. 11, pp. 577-8 (1974); 74, No. 2, pp. 59-60 (1977), the same committee 2005.

ACI Committee 318, Code and Commentary, (ACI 211. 1-77), J. Amer Concrete. Inst., 66, No. 8, pp. 612-29 (1969); 70, No. 4, pp. 253-5 (1973); 71, No. 11, pp. 577-8 (1974); 74, No. 2, pp. 59-60 (1977) , the same committee 2005.

ACI Committee 211, Recommended practice for selecting proportions for no-slump concrete (ACI 211.3-75), J. Amer. Concr. Inst., 71, No. 4, pp. 153-70 (1974), the same committee 2005.

ACI Committee 304, "Recommended practice for Measuring, Mixing, Transporting and Placing Concrete," Journal of the American Concrete Institute, Vol. 69, No. 7, pp. 374-414, 1972.

ACI Committee 305, "Hot weather concreting," Journal of the American Concrete Institute, Vol. 74, No. 8, pp. 317-332, 1977, the same committee 2005.

ACI Committee 306, "Cold weather concreting," Journal of the American Concrete Institute, Vol. 75, No. 5, pp. 161-183, 1978.

ACI Committee 308, " Recommended practice for curing concrete," Journal of the American Concrete Institute, Vol. 68, No. 4, pp. 233-243, 1971.

ACI Committee 347, " Recommended practice for concrete formwork," Journal of the American Concrete Institute, Vol. 64, No. 7, pp. 337-373, 1967.

ACI Committee 207, Mass concrete for dams and other massive structures (ACI 207.1R-70), J. Amer. Conc. Inst., 67, pp. 273-309 (April 1970) , the same committee 2005.

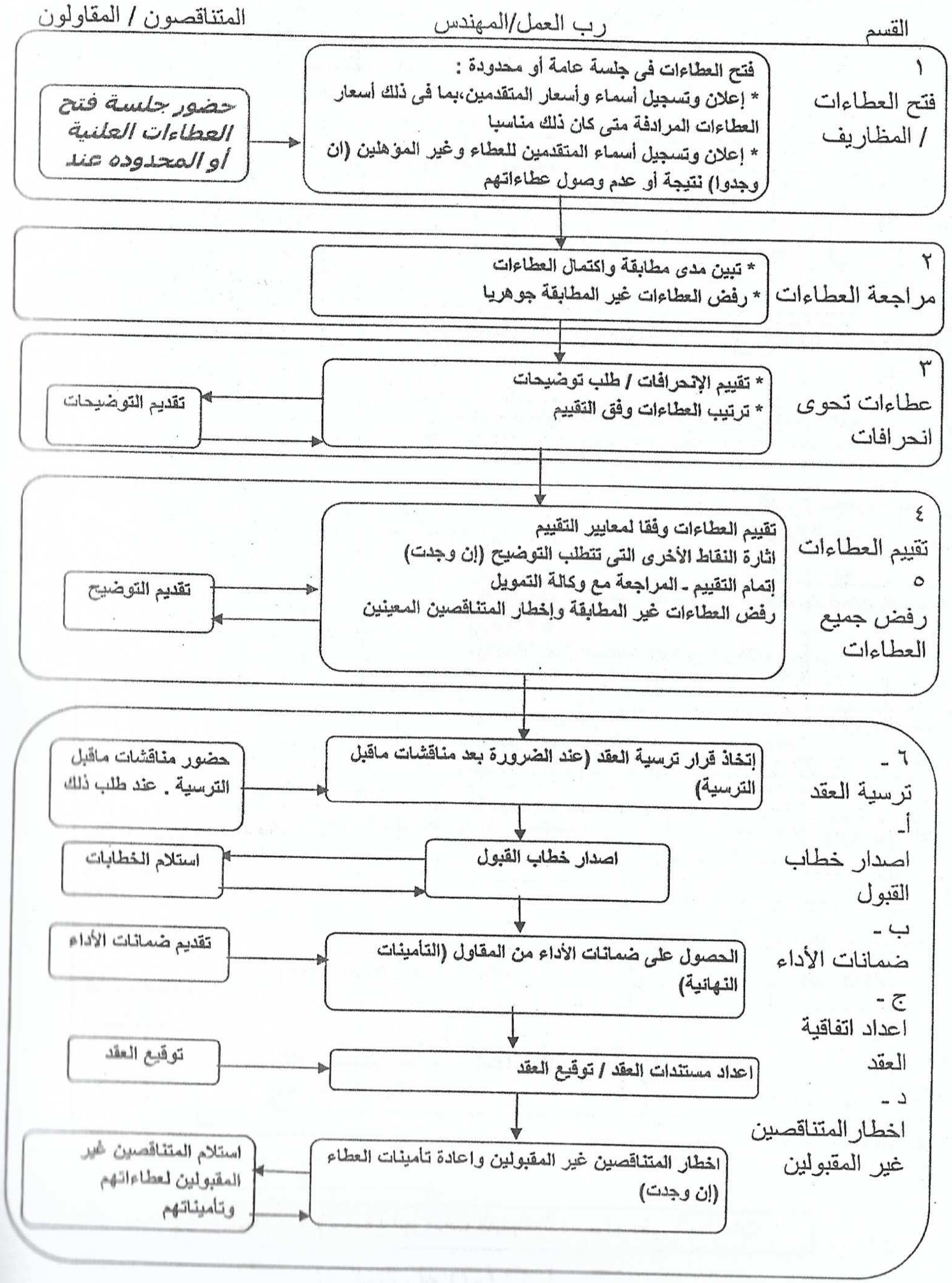
Ahmed Diab, Properties Of Fibre Reinforced Concrete, Ms.C. Alex. Faculty Of Engineering, 1982.

Ahmed Diab, Cement – Alkali – Pink lime stone reaction, First Alexandria Conference On Structural And Geotechnical Engineering 1990.

Ahmed Diab, Effect of elevated temperature on the properties of crushed lime stone concrete from Beirut area, First Alexandria Conference On Structural And Geotechnical Engineering, December, 1990.

Ahmed Diab, Effect of plasticizers and super plasticizers on hot weather concreting, Cairo first International Conference on Concrete Structures, Cairo University 1996 .

Ahmed Diab , Effect of steel coating on bond strength and long – time flexural behavior , Cairo first International Conference on Concrete Structures, Cairo Unversity 1996 .



شكل رقم (١٤ ـ ٥) اجراءات الفيديك لفتح وتقديم العطاءات (فتح المظاريف)

الملاحق

Table A Areas Under the Normal Curve

$\frac{XI-\overline{X}}{d}$	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00
-3.5	0.00017	0.00017	0.00018	0.00019	0.00019	0.00020	0.00021	0.00022	0.00022	0.00023
-3.4	0.00024	0.00025	0.00026	0.00027	0.00028	0.00029	0.00030	0.00031	0.00033	0.00034
-3.3	0.00035	0.00036	0.00038	0.00039	0.00040	0.00042	0.00043	0.00045	0.00047	0.00048
-3.2	0.00050	0.00052	0.00054	0.00056	0.00058	0.00060	0.00062	0.00064	0.00066	0.00069
-3.1	0.00071	0.00074	0.00076	0.00079	0.00082	0.00085	0.00087	0.00090	0.00094	0.00097
-3.0	0.00100	0.00104	0.00107	0.00111	0.00114	0.00118	0.00122	0.00126	0.00131	0.00135
-2.9	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0017	0.0017	0.0018	0.0019
-2.8	0.0019	0.0020	0.0021	0.0021	0.0022	0.0023	0.0023	0.0024	0.0025	0.0026
-2.7	0.0026	0.0027	0.0028	0.0029	0.0030	0.0031	0.0032	0.0033	0.0034	0.0035
-2.6	0.0036	0.0037	0.0038	0.0039	0.0040	0.0041	0.0043	0.0044	0.0045	0.0047
-2.5	0.0048	0.0049	0.0051	0.0052	0.0054	0.0055	0.0057	0.0059	0.0060	0.0062
-2.4	0.0064	0.0066	0.0068	0.0069	0.0071	0.0073	0.0075	0.0078	0.0080	0.0082
-2.3	0.0084	0.0087	0.0089	0.0091	0.0094	0.0096	0.0099	0.0102	0.0104	0.0107
-2.2	0.0110	0.0113	0.0116	0.0119	0.0122	0.0125	0.0129	0.0132	0.0136	0.0139
-2.1	0.0143	0.0146	0.0150	0.0154	0.0158	0.0162	0.0166	0.0170	0.0174	0.0179
-2.0	0.0183	0.0188	0.0192	0.0197	0.0202	0.0207	0.0212	0.0217	0.0222	0.0228
-1.9	0.0233	0.0239	0.0244	0.0250	0.0256	0.0262	0.0268	0.0274	0.0281	0.0287
-1.8	0.0294	0.0301	0.0307	0.0314	0.0322	0.0329	0.0336	0.0344	0.0351	0.0359
-1.7	0.0367	0.0375	0.0384	0.0392	0.0401	0.0409	0.0418	0.0427	0.0436	0.0446
-1.6	0.0455	0.465	0.0475	0.0485	0.0495	0.0505	0.0516	0.0526	0.0537	0.0548
-1.5	0.0559	0.0571	0.0582	0.0594	0.0606	0.0618	0.0630	0.0643	0.0655	0.0668
-1.4	0.0681	0.0694	0.0708	0.0721	0.0735	0.0749	0.0764	0.0778	0.0793	0.0808
-1.3	0.0823	0.0838	0.0853	0.0869	0.0885	0.0901	0.0918	0.0934	0.0951	0.0968
-1.2	0.0895	0.1003	0.1020	0.1038	0.1057	0.1075	0.1093	0.1112	0.1131	0.1151
-1.1	0.1170	0.1190	0.1210	0.1230	0.1251	0.1271	0.1292	0.1314	0.1335	0.1357
-1.0	0.1379	0.1401	0.1423	0.1446	0.1469	0.11492	0.1515	0.1539	0.1562	0.1587
-0.9	0.1611	0.1635	0.1660	0.1685	0.1711	0.1736	0.1762	0.1788	0.1814	0.1841
-0.8	0.1867	0.1894	0.1922	0.1949	0.1977	0.2005	0.2033	0.2061	0.2090	0.2119
-0.7	0.2148	0.2177	0.2207	0.2236	0.2266	0.2297	0.2327	0.2358	0.2389	0.2420
-0.6	0.2451	0.2483	0.2514	0.2546	0.2578	0.2611	0.2643	0.2676	0.2709	0.2743
-0.5	0.2776	0.2810	0.2843	0.2877	0.2912	0.2946	0.2981	0.3015	0.3050	0.3085
-0.4	0.3121	0.3156	0.3192	0.3228	0.3264	0.3300	0.3336	0.3372	0.3409	0.3446
-0.3	0.3483	0.3520	0.3557	0.3594	0.3632	0.3669	0.3707	0.3745	0.3783	0.3821
-0.2	0.3859	0.3897	0.3936	0.3974	0.4013	0.4052	0.4090	0.4129	0.4168	0.4207
-0.1	0.4247	0.4286	0.4325	0.4364	0.4404	0.4443	0.4483	0.4522	0.4562	0.4602
-0.0	0.4641	0.4681	0.4721	0.4761	0.4801	0.4840	0.4880	0.4920	0.4960	0.5000

60 Russell, Barry, Building System Industrialization and Architectur
Wiley & Sons, 1981.

61 Sidney Mindess , J, Francis Young , Concrete , Prentic .Hall , INC
Jersey 07632

62 Standard Annual Book of ASTM Standards, 1916 Race st. Phila
19103, 1982.

63 لإحصاء الوصفى أ.د إمتثال محمد حسن و أ.د لبيبه حسن النبى العطار – كلية التجاره
سكندريه

64 ة الحديثة فى التكنولوجيا دكتور مهندس / فاروق عباس حيدر

65 ة الهندسية مهندس إستشاري/ محمد ماجد عباس خلوصى

66 ت الفنيه لمنتجات شركة صناعة المواد العازله ومشتقاتها (أنسومات)

الصلب بأصنافة المختلفة .... م . ق . م 193

السائل المحتوى على مذيب المحاليل الأسفلتية .... م . ق . م 194

المنفوخ بأصنافة المختلفة .... م . ق . م 195

جة الغرز للبيتومين .... م . ق . م 289

ية البيتومين للسحب .... م . ق . م 290

جة حرارة التطرية للبيتومين (طريقة الكرة والحلقة) م . ق . م 292

سبة المئوية لإنخفاض درجة الغرز للبيتومين ...... م . ق . م 421

د بالتسخين للبيتومين وزيت الفلاكس .... م . ق . م 422

لعازلة البيتومينية .... م . ق . م 1395

رسانة من المصادر الطبيعية .... م . ق . م 1109

ت الجمعية الأمريكية للإختبار والمواد .... ASTM

ات القياسية البريطانية .... BS

ات القياسية الألمانية .... DIN

67 الرقائق البلاستيكية فى أعمال العزل (مرسى محمد شتا مقدم لـ أ.د / أحمد محمد
ب)

** مواصفات أعمال عزل الرطوبة والمياة الصادرة من مركز بحوث الإسكان والبناء
والتخطيط العمرانى بوزارة الإسكان والمرافق .

** المواصفات الفنية لمنتجات شركة صناعة المواد العازلة ومشتقاتها (أنيومات) .

** مواصفات الإتحاد الأوروبى UEAtc .

** المواصفات الإيطالية UNI

** الطبقات العازله البيتومينية مجموعة عثمان (أ . الشاذلى) .

68 عبد اللطيف أبو العطا البقرى ، الموسوعة الهندسية لإنشاء المبانى والمرافق ، المطبعة
القاهرة 1980 .

69 تكنولوجيا الخرسانه ـ أ.د / أحمد محمد محمد دياب ـ دار المعارف 2010

70 صرى لتصميم وتنفيذ أعمال المبانى كود رقم 204 – 2005 م .

71 عه الهندسيه للمهندس إسماعيل البقرى .

72 العامه لعقد أعمال المقاولات نموذج استرشادى) ،اللجنه الدائمة لإعداد المواصفات المصريه العامه لبنود

73 اد الدولى للمهندسين الإستشاريين (فيدك) دكتور جمال الدين أحمد نصار ـ م . استشارى محمد ماجد

Table B Factors for Computing 3σ
(Control limits for average and standard deviations)

Number of Observations in Sample .n	Chart for Average			Chart for Standard Deviations				
	Factors for Control Limits			Factors for Central Line	Factors for Control Limits			
	A	A1	A2	C1	B1	B2	B3	B4
2	2.121	3.760	1.880	0.5642	0	1.843	0	3.267
3	1.732	2.394	1.023	0.7236	0	1.858	0	2.568
4	1.500	1.880	0.729	0.7979	0	1.808	0	2.266
5	1.342	1.596	0.577	0.8407	0	1.756	0	2.089
6	1.225	1.410	0.483	0.8686	0.026	1.711	0.030	1.970
7	1.134	1.277	0.419	0.8882	0.105	1.672	0.118	1.882
8	1.061	1.175	0.373	0.9027	0.167	1.638	0.185	1.815
9	1.000	1.094	0.337	0.9139	0.219	1.609	0.239	1.761
10	0.949	1.028	0.308	0.9227	0.262	1.584	0.284	1.716
11	0.905	0.973	0.285	0.9300	0.299	1.561	0.321	1.679
12	0.866	0.925	0.266	0.9359	0.331	1.541	0.354	1.646
13	0.832	0.884	0.249	0.9410	0.359	1.523	0.382	1.618
14	0.802	0.848	0.235	0.9453	0.384	1.507	0.406	1.594
15	0.775	0.816	0.223	0.9490	0.406	1.492	0.428	1.572
16	0.750	0.788	0.212	0.9523	0.427	1.478	1.448	1.552
17	0.728	0.762	0.203	0.9551	0.445	1.465	0.466	1.534
18	0.707	0.738	0.194	0.9576	0.461	1.454	0.482	1.518
19	0.688	0.717	0.187	0.9599	0.477	1.443	0.497	1.503
20	0.671	0.697	0.180	0.9619	0.491	1.433	0.510	1.490
21	0.655	0.679	0.173	0.9638	0.504	1.424	0.523	1.477
22	0.640	0.662	0.167	0.9655	0.516	1.415	0.534	1.466
23	0.626	0.647	0.162	0.9670	0.527	1.407	0.545	1.455
24	0.612	0.632	0.157	0.9684	0.538	1.399	0.555	1.445
25	0.600	0.619	0.153	0.9696	0.548	1.392	0.565	1.435

Table A (Continued) .

$\frac{X1-\bar{X}}{\sigma}$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
+0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
+0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
+0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
+0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
+0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
+0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
+0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
+0.7	0.7580	0.7611	0.7624	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
+0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8079	0.8106	0.8133
+0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
+1.0	0.8413	0.8438	0.8686	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
+1.1	0.8643	0.8665	0.8665	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
+1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
+1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
+1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
+1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
+1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9459	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
+1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
+1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
+1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
+2.0	0.9773	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
+2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9843	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
+2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
+2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
+2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
+2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
+2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
+2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
+2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
+2.9	0.9981	0.9982	0.9983	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
+3.0	0.99865	0.99869	0.99874	0.99878	0.99882	0.99886	0.99889	0.99893	0.99896	0.99900
+3.1	0.99903	0.99906	0.99910	0.99913	0.99915	0.99918	0.99921	0.99924	0.99926	0.99929
+3.2	0.99931	0.99934	0.99936	0.99938	0.99940	0.99942	0.99944	0.99946	0.99948	0.99950
+3.3	0.99952	0.99953	0.99955	0.99957	0.99958	0.99960	0.99961	0.99962	0.99964	0.99965
+3.4	0.99966	0.99967	0.99969	0.99970	0.99971	0.99972	0.99973	0.99974	0.99975	0.99976
+3.5	0.99977	0.99978	0.99978	0.99979	0.99980	0.99981	0.99981	0.99982	0.99983	0.99983

Table B Factors for Computing 3 σ (Control Limits for Range)

Number of Observations in Sample .n	Chart for Ranges					
	Factors for Central Line	Factors for Control Limits				
	d2	d3	D1	D2	D3	D4
2	1.128	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.693	0.888	0	4.358	0	2.575
4	2.059	0.880	0	4.698	0	2.282
5	2.326	0.864	0	4.918	0	2.115
6	2.534	0.848	0	5.078	0	2.004
7	2.704	0.833	0.205	5.203	0.076	1.924
8	2.847	0.820	0.387	5.307	0.136	1.864
9	2.970	0.808	0.546	5.394	0.184	1.816
10	3.078	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	3.173	0.787	0.812	5.534	0.256	1.744
12	3.258	0.778	0.924	5.592	0.284	1.716
13	3.336	0.770	1.026	5.646	0.308	1.692
14	3.407	0.762	1.121	5.693	0.329	1.671
15	3.472	0.755	1.207	5.737	0.348	1.652
16	3.532	0.749	1.285	5.779	0.364	1.636
17	3.588	0.743	1.359	5.817	0.379	1.621
18	3.640	0.738	1.426	5.854	0.392	1.608
19	3.689	0.733	1.490	5.888	0.404	1.596
20	3.735	0.729	1.548	5.922	0.414	1.586
21	3.778	0.724	1.606	5.950	0.425	1.575
22	3.819	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566
23	3.858	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	3.895	0.712	1.759	6.031	0.452	1.548
25	3.931	0.709	1.804	6.058	0.459	1.541